مجلة جامعة أم القرى

للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية

الظهير المائي والحجم الأمثل للمدينة السعودية
وجهة نظر جغرافية

د. محمد مصلح الثمالي

د. محمد مصلح الثمالي

– أستاذ مشارك ــ قسم الجغرافيا كلية العلوم الاجتماعيـــــة – جامعة أم القرى .

– له بعض الأبحاث والكتب المنشورة في مجال اختصاصه.

الظهير المائي والحجم الأمثل للمدينة السعودية
وجهة نظر جغرافية

الملخص

يتضمن هذا البحث مقترح لإطار نظري لمعالجة أزمة المياه في مدن المملكة العربية السعودية . ويقوم هذا الإطار على أساس محاولة التوفيق بين حجم المدينة والإمكانات المائية لظهيرها. والهدف الرئي س للربط بين حجم المدينة والإمكانات المائية المحيطة بها هو تجنيبها مواصلة السير على طريق الاعتماد الكلي على مصادر خارجية مكلفة ومؤقتة وغير مأمونة .

ويرى المقترح أن التوفيق بين أحجام المدن وإمكاناتها المائية يمكن أن يتم من خلا ل إعادة توزيع السكان (أو على أقل تقدير الحيلولة دون مزيد من التركز في المدن الكبيرة) وتجميع المصادر المائية القليلة والمتفرقة من منطقة الظهير المائي للمدينة . فالأحجام المثلى للمدن لا يجب أن تتقرر بناء على الاعتبارات الإقتصادية فحسب ، بل لابد وأن تتناسب أيضاً مع الإمكانات المائية لبيئات المدن الجغرافية . ولكي تتم الاستفادة من الموارد المائية القليلة والمبعثرة في الظهير المائي للمدينة ، نحن بحاجة إلى تطوير تقنيات ووسائل تجميع هذه الموارد من مساحات كبيرة وإيصالها إلى المراكز العمرانية .

ولا شك أنه إلى جانب هذه الدراسات والأبحاث ا لهادفة إلى تركيز الموارد المائية ، فالحاجة قائمة إلى تبني مجموعة من السياسات والبرامج الهادفة إلى إعادة توزيع السكان . ويمكن أن تكون الخطة الوطنية للمياه المزمع وضعها لإدارة وتنمية الموارد المائية في المملكة وعاءً مناسباً لكل هذه السياسات والبرامج ومشاريع الأبحاث .

Water Hinterland and Optimal Saudi City Size

Dr. Mohammed -Althomali

Abstract

We present in this paper a theoretical framework to tackle the problem of water shortage in Saudi cities. The framework is based on the notion that city size and surrounding water resources should be matched, in order to avoid total dependency on external resources, which are costly, unsustainable and subject to interruptions in the long run.

Matching city size and available water resources can be accomplished by means of redistributing population, prevention of further population concentration in large cities and harvesting resources from cities water hinterlands. City size should not be judged by economic benefits only, but also by water availability. The collection of local scarce water resources should encompass the development of means and ways of harvesting water from large areas and delivering it to urban centers. Along with the wide range of researches and studies, which are required to accomplish this goal, a number of policies are in order .The whole project can be part of the expected national water plan.

تَمْهيد

تمر المملكــة العربيــة الســعودية، ودول أخــرى كــثيرة حــول العــالم ، بأزمــة مائيــة حــادة ناتجــة عــن اتســاع الفجــوة بــين العـرض و الطلـب علـى المـاء في المـدن. ورغـم أن اضــمحلال بعــض المــوارد التقليديــة التــي تتــزود منهــا المــدن بالميــاه ســواء بالنفــاذ أو بــالتلوث ، ســاهم جزئيــاً في إيجــاد الأزمــة ، إلا أن جــلّ المشــكلة يرجــع إلــى نمــو الطلــب بصــورة مســتمرة و ســريعة نتيجــة زيــادة عـــدد الســكان وزيــادة معــدل اســتهلاك الفــرد للمــاء. وقــد انصــب اهتمــام البــاحثين عــن مخــرج مــن هــذه الأزمــة علــى جانــب العــرض عــن طريــق البحــث عن مصــادر جديــدة غــير تقليديــة لتزويــد ســكان المــدن بالميــاه للاســتعمالات المنزليــة و البلديــة و الصــناعية الأخــرى. أمَّــا جانــب الطلــب فــإن الجهــد فيــه يكــاد يكــون مقصــوراً علــى محــاولات تشـــجيع وحـــث الســـكان علـــى الاقتصـــاد في استهلاك الماء و توفيره.

وفي هــذه الدراســة نســلط الضــوء علــى جانــب آخــر مــن جوانــب أزمــة الميــاه في المــدن مــرتبط بجــانبي العــرض والطلــب لم يــدرس رغــم الاهتمــام المكثــف بهــذه القضــية محليــاً و عالميــاً. هذا الجانب هــو تحــول التوزيــع الجغــرافي للســكان نحــو التحضــر و التركــز في مــدن قليلــة ، الأمــر الــذي أدى إلــى التقليــل مــن جــدوى اســتغلال المصــادر المائيــة التقليديــة الكامنــة و التعجيــل باســتنزاف وتلويــث المــوارد المائيــة المتاحــة. فمــع التســليم بحقيقــة أثــر النمــو الســكاني وزيــادة معـــدل الاســـتهلاك الفـــردي في خلـــق الأزمـــة، يبــدو لنــا تحــول توزيــع الســكان نحــو التركــز والتجمــع علــى مســاحات صــغيرة نســبياً ، في حـــين أن المصـــادر المائيـــة المتجـــددة تتســـم بالانتشــار والتباعــد ، عــاملاً مهمــاً آخــر. فــإذا كان الأمر كــذلك فــإن كفــاءة اســتغلال المصــادر المائية مرتبطـة بتوزيـع سـكاني معـين، لا بـد مـن معرفــة خصائصــه و مقارنتــه بــالتوزيع الحــالي ليتســنى لنــا تمييــز أثــر الابتعــاد عنــه في إيجــاد الأزمــة الحاليــة وبحــث مــا يمكــن عملــه بهــذا الخصوص .

إن هذه الدراسة محاولة نظرية لاستكشاف إمكانية تعظيم (maximization)الاستفادة من الموارد المائية المتجددة للمملكة للتخفيف من أزمة المياه في المدن، من خلال افتراض وجود توزيع مكاني بديل للتوزيع الحالي للسكان يميل إلى الانتشار و قلة التركز، ليتناسب مع توزيع الموارد المائية القليلة والمتفرقة. وقد قمنا بتجسيد فكرة العلاقة بين أحجام المدن والموارد المائية المتجددة من خلال نموذج الحجم الأمثل للمدينة السعودية. والمنهج المتبع في هذه الدراسة هو المنهج الإستقرائي الهادف إلى ربط أحجام المدن بالإمكانات المائية المحيطة بها من خلال نموذج رياضي. وهذا النوع من الجهد يندرج تحت ما يعرف بالنماذج المعياريـة (normative models)، التي تُعنى بـ " ما يلزم أن يكون " والمستعملة في تخطيط الخدمات والمرافق العامة. وحيث أن وضع النموذج موضع التطبيق يستلزم قاعدة بيانات كبيرة لا تتوفر للباحث وليس في وسعه بناؤها في الوقت الحاضر ، لذا فقد اقتصرت الدراسة على الجانب النظري ،

مع استعمال انتقائي للبيانات المتوفرة حول تركز السكان وموارد المياه هدفه تسليط الضوء على المشكلات التي تعترض وضع النموذج موضع التطبيق.

ويتكون البحث من أربعة أجزاء رئيسة إضافة إلى المقدمة والخاتمة. فبعد استعراض الدراسات النظرية المتعلقة بأحجام المدن ، يتم تقديم نموذج الدراسة. بعد ذلك نقوم بتتبع العلاقة بين المدينة السعودية وظهيرها المائي قديماً وحديثاً ، مبينين أسباب خروج أحجام المدن على إمكاناتها المائية المتجددة وتزايد اعتمادها على المصادر غير التقليدية. وهذا يقودنا إلى تقديم رؤيتنا حول إعادة هذه العلاقة من خلال فكرة حصاد المياه من الظهير المائي للمدينة ، وإعادة توزيع السكان.

أولاً : الخلفية النظرية للموضوع

العلاقة بين السكان و الموارد الطبيعية موثقة توثيقاً جيداً في البحث العلمي في تخصصات مختلفة: انظر على سبيل المثال Colombo (١٩٩٦,). كذلك فإن التغير في توزيع السكان نتيجة الهجرة وعمليات التحضر، و التغير في توزيع الموارد نتيجة التقدم التكنولوجي أو الاكتشافات أو الاختراعات أو نفاذ الموارد الطبيعي، كان ولازال موضوعاً للدراسة والتحليل في العلوم الاجتماعية و الاقتصادية. ويعتبر الماء أهم موارد الأمة الطبيعية ، ليس كسلعة وسيطة في الإنتاج الزراعي و الصناعي و الترفيهي فحسب، بل أيضاً كسلعة نهائية يستهلكها السكان مباشرة. و الماء يظهر أثناء الدورة الهيدرولوجية كسلعة صالحة للاستهلاك ، في صورة بحيرات وأنهار ومياه جوفية. ونظراً لأن الماء وجد أولاً، فقد استقر الإنسان حيثما وجد الماء. ليس هذا فحسب بل إن الماء مقرر لكثافة السكان على الحيز الجغرافي في المجتمعات الزراعية والرعوية. وحتى المدن والبلدان التي نشأت لخدمة ظهيرها الزراعي، اختارت مواقعها حيث تتوفر مياه كافية على ضفاف الأنهار أو على شواطئ البحيرات أو في المراوح الفيضية للأودية.

وكما تعلمنا في جغرافية العمران ، فإن المدن والبلدان في حقبة ما قبل الثورة الصناعية لم تكن بحاجة إلى النمو زيادة على حاجات ظهيرها الزراعي الذي وجدت من أجله والذي يتأثر ، ضمن ما يتأثر به من عوامل أخرى كالتربة والأسواق ، بكميات المياه المتاحة له. فالماء شريان الحياة، وهو الذي كان ولا يزال العامل الأهم في توزيع السكان وكثافتهم ومواقع المدن وأحجامها في المجتمعات التي تعتمد على إنتاج السلع الأولية. صحيح أن طرق المواصلات والعوامل التاريخية والسياسية تؤثر على مواقع المدن وأحجامها. لكن هذه العوامل لاحقة ومترتبة على وجود السكان أصلاً في أقاليم منتجة تحتاج إلى التبادل بجميع أنواعه وإلى الإدارة والحكم و تنظيم العلاقات مع العالم الخارجي.

ومع ظهور الثورة الصناعية والزراعية في الأرياف اختل الميزان البيئي الذي كان يربط أعداد السكان وأماكن وجودهم بالثروات الطبيعية وفي مقدمتها الماء. فقد أدى وجود فرص عمل إضافية في المدن

وفائض في العمالة في الريف إلى تحول التوزيع السكاني لصالح المدن. والماء كسلعة استهلاكية يصعب نقلها لمسافات بعيدة بسبب ما ينجم عن ذلك من زيادة مفرطة في ثمنها و خصوصاً في العروض الجافة حيث تتوفر بكميات قليلة ، لذا فقد أصبحت شحيحة وغالية الثمن في مستقر هجرة السكان. والمدن رغم استقلالها عن ظهيرها الزراعي من حيث بواعث نموها و تطورها في هذه الحقبة إلا أنها بقيت معتمدة على الريف في تزويدها بالماء - السلعة التي لا تستطيع إنتاجها محلياً. والمتتبع للمجهود البحثي المكثف لدراسة أزمة المياه في المملكة يلاحظ تجاهل الباحثين لعلاقة التحضر والتركز السكاني بالموضوع، وكأن الأزمة نشأت من زيادة السكان وزيادة معدل استهلاك الماء فقط. لذلك فإن جل الاهتمام منصب على الاختيار من بين البدائل الهندسية لتقنيات تحلية مياه البحر أو جلب المياه من الخارج أو التحول إلى استعمال المياه الجوفية العميقة غير المتجدد. وفي المقابل لا نجد إلا اهتماماً محدوداً بالمصادر الطبيعية المتجددة و كأنها أصبحت قضية ميؤوس منها. وقلة الاهتمام بالمصادر الطبيعية المتجددة يعزى إلى ضعف هذه الموارد و تشتتها و عدم انتظام وجودها. فمشاريع تزويد المدن بالمياه من المصادر الطبيعية المتجددة تستلزم توفر كميات كبيرة من الماء، لكي تكون منافسة من الناحية الاقتصادية للبدائل الأخرى.

لقد أصبح الوفر الاقتصادي الناتج عن زيادة حجم الإنتاج (Economy of scale) مسيطراً على الفكر الاقتصادي ، حتى لو كان الموضوع متعلقاً بمشاريع استراتيجية غاية في الأهمية كقضية نقص المياه. ورغم تحفظ بعض الباحثين على مشاريع التحلية الكبيرة و دعوتهم للتريث ودراسة البدائل الأخرى دراسة تفصيلية [1] ، إلا أن التحلية لا زالت الحل المفضل لدى صناع القرار. والحقيقة أن الاندفاع وراء الوفر الاقتصادي الناتج عن اقتصاديات الحجم الكبير ما هو إلا حلقة في منظومة فكرية اقتصادية تضم أيضاً اقتصاديات التكتل (Agglomeration economy) الناتجة عن تضخم أحجام المدن والاقتصاديات المحلية (Localization economy) الناتجة عن تجمع المنشآت الإنتاجية من نوع واحد في مكان واحد. وينظر إلى هذه الظواهر في الأدب الاقتصادي باستحسان وتأييد لأنها تساعد على نمو الاقتصاد الحضري رغم ما يرافقها من خوارج اقتصادية (Externalities) كالفقر والبطالة والغلاء والازدحام والتلوث والعزلة والأمراض الاجتماعية الأخرى التي تعد سمة من سمات كثر من مدن العالم الثالث المكتظة بالسكان.

والمرجع الفكري الأبرز للباحثين في هذا المجال هو أطروحة الحجم الأمثل للمدينة (Optimal city size). ولقد حدد الحجم الأمثل للمدينة في البداية بالحجم الذي يكون عنده متوسط تكاليف الإنتاج في حدودها الدنيا

. (The point of minimum public cost)
ثم تنبه الباحثون إلى أن الاحتكام إلى متوسط التكلفة لا يأخذ في الاعتبار حجم الإنتاج الذي يدل دلالة إيجابية في حجم المدينة. وعليه فقد حدد النزو الحجم الأمثل للمدينة بالحجم الذي يكون عنده الفرق بين متوسط التكلفة (Average cost)و متوسط الإنتاج لكل فرد (Average productivity) أعلى ما يكون عليه. فهذا الحجم يوفر لسكان المدينة أعلى مستوى للإنتاج ، و أقل مستوى للتكاليف (Alonso , ١٩٧٠ , p. ٧١). ومنذ قرون عدة والباحثون يقدمون مقترحاتهم للحجم الأمثل للمدينة ابتداءً بمقترح فورير الذي حدد حجم المدينة في سنة ١٨٢٩ م بـ ١٦٢٠ نسمة. ثم زادت الأرقام المعطاة للأحجام المثلى للمدن باستمرار إلى أن وصلت ربع مليون نسمة للمدن الجديدة في بريطانيا(Galantay , ١٩٨٧ , p. ١٠). ولا زالت الأرقام الكبيرة (مليون نسمة أو أكثر) تلقى تأييداً من قبل الباحثين في دول مختلفة (Brutzkus , ١٩٧٥ , p. ٦٤٤). و تصطدم تحليلات الحجم الأمثل للمدينة بعدد من العقبات على الصعيدين النظري و التطبيقي. فهي أولاً غير منطقية في واقع الحال ، ولو كان هناك حجم أمثل لما تفاوتت المدن في أحجامها في الدول المختلفة وفي الدولة الواحدة. وما نشهده، و أثبتته الدراسات، سير منظومة المدن وفق قانون المرتبة / الحجم (Rank/size rule) في كثير من الدول. من جهة ثانية يفترض الباحثون في الحجم الأمثل للمدينة مرونة العرض (Elasticity of supply) في عناصر الإنتاج ، فهي في متناول المنتجين بأسعار تزيد بزيادة الطلب. والواقع أن بعض هذه العناصر، مثل الماء في الأقاليم الجافة، موجودة بكميات قليلة في الطبيعة، ويمكن أن يؤدي شحها إلى أن تصبح غير مرنة على الإطلاق أو غالية جداً لدرجة تتوقف عندها العملية الإنتاجية، وبالتالي يتوقف نمو المدينة وربما تفقد بعض سكانها.

ولعل ما تعاني منه المدن الكبيرة من مشكلات متعددة اجتماعية واقتصادية مما يندرج تحت مسمى الخوارج الاقتصادية، أكبر الحجج ضد مناصري فرضية الحجم الكبير. فهذه المشكلات أصبحت في الوقت الحاضر الشغل الشاغل للإدارات المحلية والمركزية للمدن. فالتحضر السريع في الدول النامية مكلف جداً من حيث تمويل مشاريع الخدمات والمرافق العامة Linn). (p. ٦٤٦ , ١٩٨٢, كما أن السياسات التنموية لم تفلح في مساواة مستويات التنمية بين المدن والريف أو بين المدن الكبيرة والصغيرة لأسباب متعددة تم دراستها وتبيانها في أبحاث التنمية. وسبب التغاضي عن هذه المشكلات عند الحديث عن أحجام المدن، هو إيلاء النمو الصناعي أهمية مطلقة من قبل الباحثين، الأمر الذي جعل الكفاءة الانتاجية Efficiency in production مقدمة على الكفاءة في تقديم الخدمات العامة وعلى المساواة (Equity) في معدلات التنمية.

وفي دراسة حديثة للمدن الإيطالية يرى كابلو وكاماجاني أن البحث يجب أن لا يكون عن الحجم الأمثل لعدد السكان بل عن الحجم الذي تتوفر معه أعلى مستوى للكفاءة. وهذا الحجم كما وجد الباحثان من

دراستهما لثمان وخمسين مدينة إيطالية، مرتبط بالتركيب الاقتصادي للمدينة وبعلاقاتها بالمدن الأخرى في المنظومة الحضرية، التي تتحدد من خلال التفاعل بين بيئات المدينة الطبيعية والاقتصادية والاجتماعية . والجديد في هذه الدراسة أن نمو المدن ليس ذاتياً فقط بل مرتبط بعوامل كثيرة داخلية وخارجية محفزة أو مثبطة. ولم ينكر الباحثان الأثر الطيب لاقتصاديات الحجم الكبير، لكنهما أدركا أن له حدود تنتهي حيث تبدأ آثار الخوارج الاقتصادية Capillo and Camagni,) ,٢٠٠٠ , pp. ٥-٦) .

وفي إطار دراسة تباين أحجام المدن على نحو ما قدمه كابلو و كاماجاني، يوجد سلسلة من الدراسات تزعمها هندرسون، تحاول تقديم تفسير اقتصادي لهذا التباين. وتستمد هذه الدراسات جذورها من نظرية المحلات المركزية (Central Place Theory) لكرستالر (Henderson , ١٩٨٧ , p. ٩٢٨). والهدف من هذه الدراسات تقرير التوازن الحجمي لمدن المنظومة الحضرية (Equilibrium of city size) الذي يعتبر بديلاً لأطروحة حجم واحد أمثل لجميع المدن. وتؤكد هذه الدراسات أن التوزيع الحجمي للمدن يتأثر بالتركيب الإقليمي للإنتاج وبالخصائص الطبيعية المرتبطة بالمناخ و مصادر المياه والمرافئ و طبغرافية السطح (Henderson , ١٩٨٧ , p. ٩٤٠). فتباين أحجام المدن أو انتظام توزيعها حسب قانون المرتبة /الحجم ناتج عن طبيعة الفائدة الاقتصادية لكل مدينة من حيث التخصص أو التنوع في الإنتاج وعن خصائص موقعها الجغرافي ومواردها ومشكلاتها الطبيعية (Quigley ,١٩٩٨).

إن ربط الباحثين الاقتصاديين أحجام المدن بالخصائص الطبيعية للأقاليم إلى جانب القوى والمؤثرات الاقتصادية الفاعلة داخل المدن، يمثل عودة إلى الواقع والحقيقة الماثلة للعيان. هذه الحقيقة قدمها البحث الجغرافي في نظرية المحلات المركزية وقانون المرتبة /الحجم. ففي هذه الإضافات العلمية المهمة المشتقة من الواقع المشهود ، وغيرها من الدراسات التطبيقية والنظرية ذوات العلاقة بأحجام المدن ومواقعها وعلاقاتها ببعضها، تبرز العلاقة وطيدة بين كينونة المدينة وحجمها وتركيب اقتصادها و بين ظهيرها الريفي و مواردها الطبيعية.

من هذا المنطلق نسعى في هذه الدراسة إلى بناء نموذج معياري (Normative Model) لأحجام المدن في المملكة، نقوم من خلاله بربط أحجام المدن بالموارد المائية المتاحة، استناداً إلى المبررات التالية:

١- التحليلات الاقتصادية المؤيدة للأحجام الكبيرة للمدن لا تتضمن الأعراض الاقتصادية والاجتماعية والبيئية الضارة المصاحبة لظاهرة الاكتظاظ الحضري (Over-urbanization) وخصوصاً

استنزاف الموارد الطبيعية وفي مقدمتها الموارد المائية. فالنموذج الاقتصادي يهدف بصورة أساسية إلى تعظيم النمو الصناعي، بصرف النظر عن الأهداف الكلية للتنمية القطاعية والمكانية.

٢- البحث في المنفعة الاقتصادية للتركز السكاني لم يكتمل ، لأننا لا نعرف مستوى التركز السكاني المناسب لكل إقليم على ضوء مساحته و عدد سكانه و موارده. والنموذج الاقتصادي لا يفرق بين الأقاليم على هذا الأساس. لكن النموذج الجغرافي يأخذ ذلك في الاعتبار، فالمكان المركزي في نظرية المحلات المركزية يتقرر حجمه على أساس عدد الخدمات والسلع التي يقدمها للمنطقة التي يخدمها. وكل خدمة أو سلعة تحتاج لكي يمكن تقديمها في المحل المركزي حداً أدنى من عدد السكان (Threshold). وهذا هو الحد الأدنى للطلب على الخدمة أو السلعة. أما المنطقة التي يخدمها المحل المركزي (The Range) فمرتبطة بالمسافة القصوى التي يقبل المستهلك بقطعها للحصول عليها، وهي مرتبطة بسعر السلعة وديمومة الحاجة إليها(Carter,١٩٨١,p.٦١). وحيث أن السكان أصلاً يتوزعون على الأقاليم على ضوء مواردها الطبيعية فإن توزيع المحلات المركزية و أحجامها وثيق الصلة في النموذج الجغرافي بالموارد الطبيعية للإقليم، أي أن التوزيع السكاني والحجمي للمراكز العمرانية لابد أن يتوائم مع توزيع السكان وكثافتهم. فالأقاليم منخفضة الكثافة تحتاج إلى عدد أقل من المحلات المركزية الكبيرة وعدد أكبر من المحلات الصغيرة والمتوسطة بسبب ضعف الطلب على السلع المركزية.

٣- الماء سلعة نادرة و ثمينة في الدول الواقعة في العروض الصحراوية مثل المملكة العربية السعودية. لذلك فإنه من اللازم عدم ادخار أي جهد موجه للبحث عن مصادره واستغلالها الاستغلال الأمثل. وتقدير الاستغلال الأمثل للمياه لا يتم إلا من خلال خطة وطنية بعيدة المدى تأخذ في الاعتبار كل الإمكانات المتاحة والظروف الاقتصادية السائدة خلال فترة الخطة. وفي اعتقادنا أن الأمن المائي يجب أن يكون أبرز مرتكزات الخطة. والأمن المائي لا يتحقق بوجود الماء فقط، بل يلزم ضمان استمرارية إمداداته تحت أي ظرف اقتصادي أو أمني. والموارد المائية المحلية المتجددة لا زالت غير مستغلة استغلالاً كاملاً و مدروساً ، بسبب تناثرها على الحيز الجغرافي. وفي ظل الظروف الاقتصادية و الأمنية الحالية لا تبدو هذه الموارد خياراً حقيقياً على الصعيد العملي. لكننا نأمل من خلال هذه الدراسة، أن نلفت الانتباه إلى هذا الخيار، وأن نمهد الطريق نحو دراسته فنياً واقتصادياً من قبل المهتمين بشؤون المياه.

ثانياً: نموذج حجم المدينة السعودية

تقوم فكرة نموذج الحجم الأمثل للمدينة السعودية ، كمدينة واقعة في عروض صحراوية، على أساس التوفيق بين عدد سكان المدينة وكمية المياه الممكن استغلالها من إقليمها المحيط بها. وكمية المياه الممكن استغلالها مرتبطة بكمية التساقط و مقدار التبخر و خصائص الطبقات الخازنة للمياه والتقنية المتوفرة ، إضافة إلى تكلفة تجميع الماء ومعالجته و نقله إلى المدينة. ونحن سنفترض أننا نحيط علماً بهذه المعلومات جميعاً ، أي أننا نعرف مقدار وتكلفة ما يمكن استغلاله لصالح المدن من المياه المتجددة على مستوى المملكة ولكل مدينة على حده. والمطلوب هو معرفة حدود المنطقة المحيطة بالمدينة التي يمكن جمع ومعالجة (إن لزم الأمر) المياه منها وإيصالها إلى المدينة بتكلفة لا تزيد عن تكلفة المصادر المائية الأخرى غير التقليدية. وبمعرفة حدود الظهير المائي للمدينة نستطيع حساب كمية المياه المتوفرة فيه، والتي سنرمز لها بالحرف (م). فإذا كان متوسط استهلاك الفرد من الماء في المدينة هو (ط)، فإن الحجم الأمثل لسكان المدينة (س) هو حاصل قسمة كمية المياه المتوفرة على متوسط استهلاك الفرد:

$$س = \frac{م}{ط} \quad (١)$$

وهذا الحجم يضمن لسكان المدينة إمدادات منتظمة وكافية من الماء. وهو يتناسب مع البيئة الجغرافية للمدينة ، فالمناطق التي تكون فيها الظروف المناخية والهيدرولوجية و الجيولوجية مواتية تنمو فيها مدن كبيرة نسبياً مقارنة بغيرها. وهذه حقيقة تاريخية، أمكن من خلالها تفسير تباين أحجام المدن في مراحل سابقة لمرحلة اختلال التوازن المائي بين المدينة و ظهيرها.

إن القيمة (م) تمثل كمية المياه التي يمكن استغلالها من الظهير المائي للمدينة بتكلفة اقتصادية لا تزيد على تكلفة المصادر الخارجية الأخرى كتحلية مياه البحر. وقد افترضنا في النموذج أن هذه المياه هي المياه الجوفية و مياه الأمطار ومياه الجريان السطحي فجميع هذه المصادر يمكن حساب كمياتها وتكاليف استغلالها لكل وحدة مساحية. والتكلفة تتكون من جزئين: تكلفة ثابتة تتضمن رأس المال اللازم لإنشاء السدود والخزانات و المضخات ومحطات التقنية وخطوط الأنابيب.....الخ، وتكلفة متغيرة تزداد مع المسافة وتتضمن تكلفة ضخ الماء من مصادره إلى المدن.

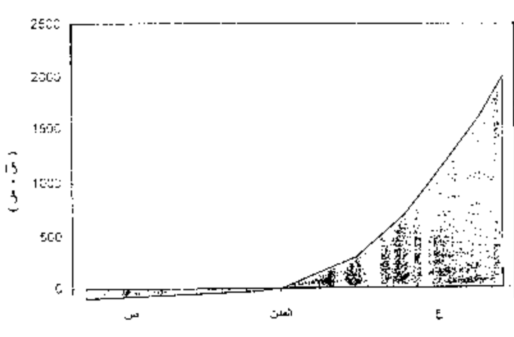
أما القيمة (س) فتمثل الحجم المفترض للمدينة، أخذاً في الاعتبار كمية المياه المتوفرة في ظهيرها المائي.فإذا رمزنا للحجم الفعلي للمدينة بالرمز (سَ) فإن الفرق بين القيمتين (سَ _ س) يمثل التضخم في حجم المدينة زيادة على إمكاناتها المائية، إن كان موجباً، وإن كان سالباً فيمثل إمكانات النمو في المستقبل. و بطبيعة الحال يتوقع أن تكون هذه الأرقام موجبة لأكثر المدن – أي أن أكثر المدن فاقت أحجامها إمكاناتها المائية المتجددة.

ويمكن تمثيل توزيع الفروق بين الأحجام الفعلية للمدن وأحجامها المفترضة بموجب النموذج، كما في الشكل رقم (١) ، حيث رتبنا الفروق ترتيباً تصاعدياً. فالمدن الواقعة في المنطقة (ص) تقل أحجامها الفعلية عن أحجامها المفترضة بموجب النموذج. أما المدن الواقعة في المنطقة (ع) فتتجاوز أحجامها الفعلية الأحجام المفترضة لها بموجب النموذج. ويمكن اعتبار نسبة مجموع سكان المدن في المنطقة المظللة فوق (ص) إلى مجموع سكان المدن مقياساً للاكتظاظ الحضري (over-urbanization) من منظور مائي. لاحظ أنه يمكن أن يكون لدينا نسبة عالية للاكتظاظ الحضري ونسبة منخفضة للتحضر نظراً لتركز سكان الحضر في مدن قليلة. والعكس صحيح ، فيمكن أن يكون لدينا نسبة منخفضة للاكتظاظ الحضري ونسبة عالية للتحضر نظراً لتوزع سكان الحضر على عدد أكبر من المدن. فلا يوجد ترابط بين نسبة التحضر و نسبة الاكتظاظ الحضري.

إن تحديد الظهير المائي للمدينة وتوزيعه على الحيز الجغرافي للدولة بحاجة إلى مزيد من التوضيح. فالمصادر المائية ليست متغيراً مستمراً (Continues Variable) لأنها متوقفة على عوامل مناخية وهيدرولوجية واقتصادية غير منتظمة كما أسلفنا. لذلك فإن أشكال وتوزيع الظهير المائي لا يمكن معرفتها إلا عن طريق الدراسة الميدانية. لكننا نعلم أنه لا يلزم أن تكون أشكال الظهير المائي متصلة، بل يمكن أن تكون هناك مناطق بينية لا تتبع ظهير مائي معين (انظر الشكل رقم ٢). مثل هذه المناطق لا توجد في نظرية المحلات المركزية ، لأنه في نظرية المحلات المركزية يوزع الريف على المحلات التي تموله بالسلع و الخدمات، فلابد أن تتبع جميع أجزائه محلاً مركزياً أو آخر. فإذا وجدت نقطة أبعد من مدى السلعة (the range) التي تقدم في محل مركزي من فئة معينة، فإنه يفترض وجود محل مركزي آخر من نفس الفئة تقع النقطة ضمن دائرة مدى السلعة فيه. فنحن في المحلات المركزية نحدد منطقة السوق (Market Area) وليس منطقة العرض (Supply Area) كما هي الحال في الظهير المائي ، ووجود منطقة بينية لا تتبع أي ظهير مائي، لا يعني عدم تبعيتها من النواحي الاقتصادية الأخرى لمركز عمراني معين، فمقياس التبعية هنا مقتصر على وجود وتكلفة الماء كسلعة نهائية. من جهة ثانية ، يمكن أن نجد منطقة بها مصادر مائية تصلح لإمداد مركزين عمرانيين أو أكثر. وفي هذه الحالة يمكن أن تجعل ضمن الظهير المائي للمركز الذي يمكن إيصالها إليه بتكلفة أقل أو للمركز الأكثر حاجة إليها.

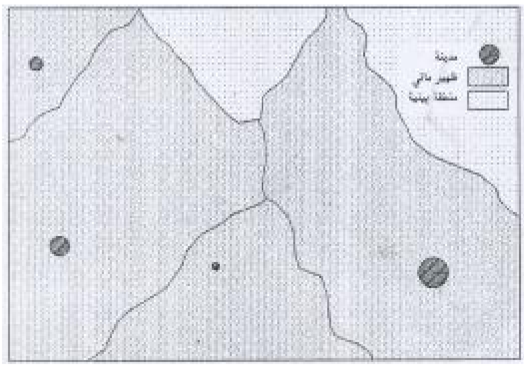
وكما أن الظهير المائي للمدن المختلفة لايلزم أن يكون متصلاً ، فإنه لا يلزم أيضاً أن يكون منتظماً في شكله كأن يتخذ شكلاً هندسياً معيناً. ويعتبر الحوض المائي (Catchments Area) وحدة القياس المكانية المفضلة في الدراسات الهيدرولوجية. وفي الحوض المائي تشبه

المجاري المائية شكل الشجرة حيث يمثل الساق المجرى الرئيس للوادي الذي يتفرع منه مجموعة الروافد الفرعية ويتفرع من كل رافد مجموعة أخرى من الروافد الثانوية. وتتدفع المياه السطحية (السيول) من خلال المجاري المائية للحوض. أما المياه الجوفية فتوجد في الطبقات الخازنة للمياه في الحوض كالمراوح الفيضية و بطن المجرى الرئيس و بطون المجاري الفرعية ، في حين أن الأمطار تسقط على كامل مساحة الحوض. ويمكن أن يكون الحوض المائي تابعاً لمدينة واحدة أو أن يقسم على أكثر من مدينة تبعاً لمكان وجود الماء و تكلفة استخراجه و إيصاله إلى المدن المختلفة. وبما أن شكل الحوض المائي غير منتظم فإن أشكال الظهير المائي للمدن غير منتظمة أيضاً.ورغم أن مصادر المياه في الحوض قد تكون موجودة في مناطق أو نقاط معينة ، إلا أن الحوض بكامله أو بعضاً منه يعتبر جزءاً من الظهير المائي للمدينة.



شكل رقم (١) توزيع افتراضي للمدن
حسب الفروق بين أحجامها الفعلية والافتراضية

وعليه فإن حدود الظهير المائي للمدينة سيتشكل من حدود الأحواض المائية التي يتكون منها (انظر الشكل رقم٢).



شكل (٢) تمثيل أشكال الظهور المائي للمدن

إن العلاقة بين حجم المدينة ومساحة ظهيرها المائي ورصيده من الماء المتجدد يمكن رؤيتها من زاوية أخرى بإعادة تعريف القيمة (م) لتصبح:-

م = د أ

حيث تمثل (د) مساحة الظهير المائي (بالكيلومتر المربع مثلاً)، وتمثل (أ) متوسط تغذية (Recharge) خزانات المياه الجوفية لكل وحدة مساحية في الظهير المائي للمدينة (أو متوسط التساقط أو الجريان السطحي) و بإحلال القيمة (د أ) محل (م) في المعادلة رقم (١)، نحصل على: -

$$س = \frac{دأ}{ط} \qquad (٢)$$

والتي يمكن إعادة كتابتها كما يلي:-

$$\frac{س}{د} = \frac{أ}{ط} \qquad (٣)$$

فالقيمة (س / د) تمثل كثافة سكان المدينة قياساً إلى مساحة ظهيرها المائي والقيمة (أ / ط) تمثل عدد الأشخاص الذين يمكن توفير المياه لهم في الكيلومتر المربع الواحد. فكأننا نقول يجب أن يتساوى متوسط كثافة سكان المدينة مع متوسط عدد السكان الذين يمكن توفير المياه لهم من كل كيلومتر مربع واحد في الظهير المائي. وحيث أن القيمتين (د) و (أ) ثابتتان لم يبق لنا لتحقيق تساوي طرفي المعادلة إلا القيمتان (س) و (ط) ، فهما قيمتان متغيرتان قابلتان لأن تكونا موضوعاً لسن السياسات و البرامج التخطيطية. والحقيقة أن معدل استهلاك الفرد من الماء (ط) هي التي تخضع حالياً لمحاولات التخفيض من خلال حملات التوعية بأهمية الماء وضرورة الاقتصاد في استهلاكه و إعادة النظر في تعرفته. أما أحجام سكان المدن فلا يزال غائباً عن بساط البحث والتخطيط إلا فيما ندر.

ثالثاً: الماء والمدينة السعودية

تقع المملكة العربية السعودية ضمن النطاق الصحراوي الجاف، حيث تسقط الأمطار بكميات قليلة وغير منتظمة في مواعيد سقوطها [٢]. وقد ترتب على ذلك كثافة سكانية منخفضة تتناسب مع الموارد الرعوية والزراعية الفقيرة. وتكيف السكان مع هذه الظروف الطبيعية الصعبة بالانتشار على مساحات واسعة وممارسة الرعي المتنقل و الزراعة المطرية والمروية حيث تتوفر المياه الجوفية في بطون الأودية والمنخفضات. ومع سيادة الكثافة السكانية المنخفضة تباعدت المدن و البلدات، فأنشأت الأسواق الأسبوعية لتسهيل مهمة التبادل التجاري بين سكان الريف والبادية وبينهم و بين العالم الخارجي.

ولم تكن معظم المراكز العمرانية في مستهل القرن الميلادي المنصرم (باستثناء مكة المكرمة والمدينة المنورة وبوابتيهما على العالم الخارجي جدة وينبع) إلا بلدات صغيرة تقع على أطراف الأودية الكبيرة أو في المراوح الفيضية لها حيث توجد كميات كافية من المياه الجوفية. أو حيث توجد الينابيع التي تندفع مياهها إلى أعلا من خلال الصدوع المتصلة بالطبقة الحاملة للمياه أو بروز أجزاء منها إلى السطح (الثمالي، ١٤١٦هـ، ص ص٢٥، ٤٩). أما البنية الاقتصادية فلا تختلف كثيراً من بلدة إلى أخرى، إذ أنها توفر أسواق دائمة لظهيرها الزراعي و الرعوي لبيع منتجاته وشراء حاجاته مما تنتجه من صناعات يدوية بسيطة أو تستورده من البلدات الأخرى أو من العالم الخارجي. وفي البلدات الواقعة على السواحل تمارس مهنتا صيد الأسماك والغوص بحثاً عن اللؤلؤ. وقد ارتبط نمو هذه البلدات بظهيرها الزراعي فبرزت الطائف و نجران وصبيا والهفوف والقطيف وعنيزة والخرج ، بسبب إمكاناتها الزراعية الوفيرة نسبياً. ثم نمت هذه المراكز وغيرها بمعدلات بطيئة خلال فترة توحيد المملكة، وزادت معدلات النمو خلال الخمسنيات و الستينيات الميلادية و بلغت معدلات النمو ذروتها خلال السبعينيات والثمانينات من القرن الميلادي المنصرم. وخلال عقود قليلة، وبعد أن كان السكان ينتشرون في طول البلاد وعرضها تخلى معظمهم ، ولأسباب مفهومة، عن نمط العيش الذي ألفوه عبر العصور و هاجروا إلى المراكز الحضرية

التي تحولت بفعل الهجرة إلى مدن كبيرة وسط الصحراء، تجاوز بعضها حاجز المليون نسمة والبعض الآخر يسيري على الطريق نفسه. فلماذا خرجت المدن السعودية على ضوابط نموها ومبررات وجودها عبر التاريخ ؟

لقد تغيرت علاقة المدينة بظهيرها فلم يعد نموها ورفاهيتها مرتبط بنموه ورفاهيته فقط. بل أصبح لديها مصدر نمو ذاتي جديد ناشئ عن تسارع معدلات الاستثمار العام والخاص بصورة كبيره في جميع القطاعات، الأمر الذي مكنها من الاستقلال عن القطاع الريفي الذي كان قائداً ثم أصبح تابعاً في ظل هذه التطورات الاقتصادية العاصفة . وإلى حيث تكون القيادة، بما تحمله من فرص عمل وخدمات و ترفيه تشد الرحال. إن اكتشاف النفط وإنتاجه بكميات كبيرة وزيادة أسعاره أدى إلى بروزه كمحرك نمو اقتصادي مهم جداً في المدن التي كانت عبر تاريخها معتمدة بصورة أساسية على ما يجري في ظهيرها الزراعي والرعوي الذي يتأثر سلباً أو إيجاباً بكميات وانتظام سقوط الأمطار عليه. لكن المدن بقيت معتمدة على الريف والبادية في إمدادها بحاجاتها من الطعام ومياه الشرب. ومع تنامي أحجامها فاقت حاجات المدن إلى الطعام والماء قدرات الريف الزراعية والمائية، فتم استيراد الطعام من الخارج وأنشأت محطات تحلية مياه البحر. وقد حقق قطاع الزراعة نمواً نوعياً وكمياً كبيراً أدى إلى الاكتفاء من بعض السلع ، وساعد على ذلك اكتشاف المياه الجوفية العميقة في الرف العربي. أما مياه الشرب فبقيت مشكلة تهدد رفاهية سكان هذه التجمعات العمرانية الكبيرة.

١- أحجام المدن في المملكة

في ظل فرضية الظهير المائي، يلزم ألا يتجاوز حجم المدينة إمكانات ظهيرها المائية. وقد ربطنا هذه الإمكانات بالتكلفة الاقتصادية لإنتاج وضخ الماء للمدينة، حيث اشترطنا ألا تتجاوز مثيلاتها في المصادر البديلة غير التقليدية الأخرى. وحساب الأحجام المثلى للمدن في ظل فرضية الظهير المائي متوقفة على معرفة هذه الإمكانات التي نتوقع أن تكون غير كافية في الوقت الحاضر. ولعل التفكير الآن في توزيع السكان وربطه بتوزيع الموارد الطبيعية يأتي في الوقت المناسب تماماً، حيث تنص صراحة إحدى سياسات إستراتيجية المحافظة على البيئة التي تضمنتها خطة التنمية السابعة على ضرورة "الاستمرار في تحقيق توازن مستمر بين التوزيع السكاني والطاقة الاستيعابية للبيئة " (وزارة التخطيط، **١٤١٩هـ، ص ٤٢٣) .** وفي مكان آخر دعت الخطة إلى " الحد من الهجرة الداخلية ذات التأثيرات السلبية على المراكز الحضرية الكبرى" من خلال مجموعة من السياسات الهادفة إلى تنمية الريف و جعله أكثر جاذبية للعمل والاستثمار (وزارة التخطيط، **١٤١٩هـ، ص ٣٨٥)**. ويفهم من هذه السياسات والبرامج إدراك المخططين لضرورة التوفيق بين توزيع السكان المائل نحو التركز في المدن الكبرى وتوزيع الموارد الطبيعية وفي مقدمتها الماء الذي أولته الخطة اهتماماً كبيراً.

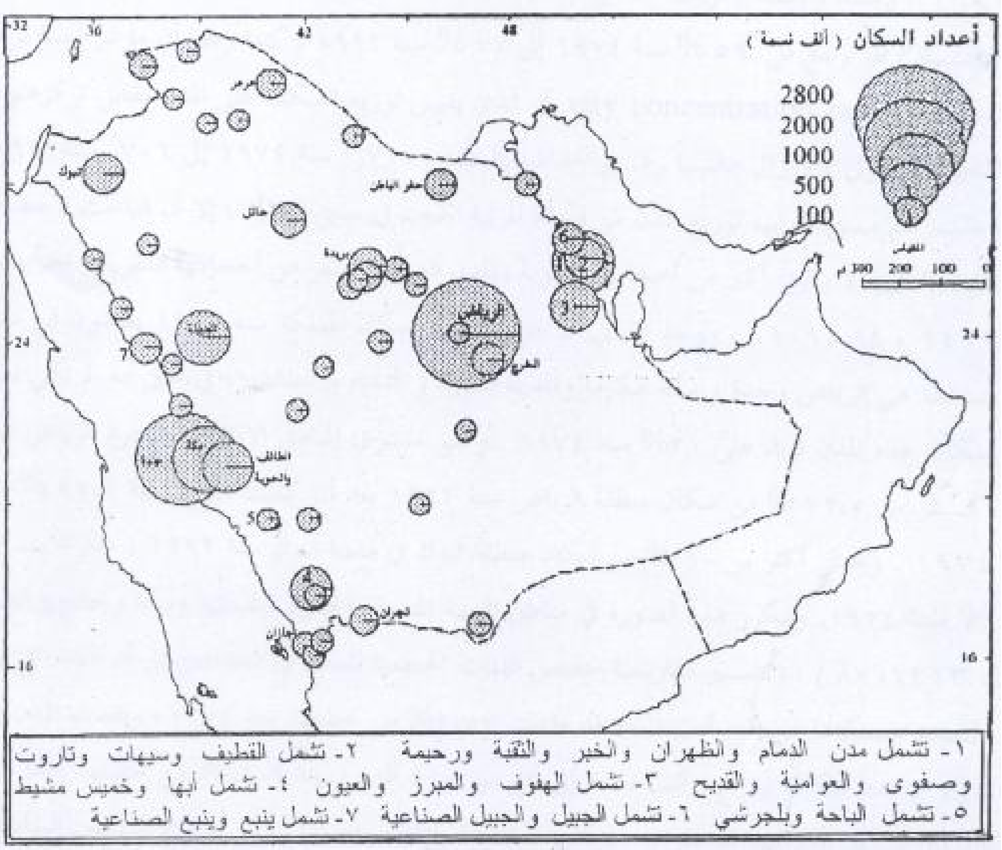
وميل التوزيع السكاني نحو التركز ظاهرة تدلنا عليها الإحصاءات السكانية. فقد قدر أن نسبة سكان المدن في المملكة (خمسة آلاف نسمة أو أكثر) لم يكن يتجاوز **١٠%** في مطلع القرن

الميلادي المنصرم (السرياني ، ١٤١٢هـ، ٢٧). وحسب التعداد السكاني الأول الذي أجري في سنة ١٩٦٢م، أي بعد ٦٠ عاماً من فتح الرياض، قدرت نسبة التحـــضر بـ ٢٤% (السرياني، ١٤١٢هـ، ص ٤٣٠) ، أي أن سـكان المدن زادوا بنسبة ١% تقريباً كل أربع سنوات وثلاثة أشهر. وعند إجراء التعداد السكاني الثاني سنة ١٩٧٤م، وجد أن نسبة التحضر زادت بنسبة ١٫٨٣ % سنوياً خلال الفترة الفاصلة بين التعدادين لتصبح ٤٦%. وتدلنا أرقام التعداد الأخير (١٩٩٢م) على أن نسبة التحضر وصلت إلى ٧٤% ، أي بزيادة سنوية مقدارها ١٫٤٧% [٣].

ورغم أن نسبة التحضر لا تعني بالضرورة وجود تركز سكاني عالي في المدن إلا أنها تعتبر عالية في المملكة كدولة نامية. فحسب تقديرات البنك الدولي للإنشاء والتعمير بلغت نسبة التحضر في المملكة عام ١٩٩٧م ٨٤ %.

وهذه النسبـــة تضـــاهي مثيلاتها في بعض الدول المتقدمة كاستراليا والدنـمرك (٨٥%) والمملكة المتحدة (٨٩%) وألمانيا (٨٧%) بل وتزيد على مثيلاتها في دول أخرى متقدمة كالولايات المتحدة الأمريكية وكندا (٧٧%) وفرنسا (٧٥ %) واليابـــان (٧٨%) والنرويـــج (٧٤%) وسويســـرا (٧٩ %) و النمـــــسا (٦٤%) ، (The World Bank ,٢٠٠٠ , p ٢١).

شكل رقم (٣) أحجام المدن السعودية فوق ٢٠ ألف نسمة لعام ١٤١٣ هـ



ولا شك أن ارتفاع نسبة التحضر حتى مع افتراض اعتدال أحجام المدن سيقلل من جدوى استغلال الموارد المائية الفقيرة والمنتشرة على مساحات كبيرة والتي يناسبها توزيع سكاني منتظم على كامل الحيز الجغرافي الصالح للاستيطان.

لكن المقياس الأكثر أهمية بالنسبة للتركز السكاني هو التوزيع الحجمي والجغرافي للمدن ، انظر الشكل رقم (٣). فعندما نقارن التوزيع الحجمي للمدن في سنتي التعداد الأخيرتين، نلاحـظ أنه مع زيـادة عدد المدن بنسبة ٢٠٠% من ٥٩ مدينة سنة ١٩٧٤م إلى ١٧٩ مدينة سنة ١٩٩٢م، زاد أيضاً متوسط حجم المدينة السعودية بنسبة ٣٣% من ٥٢٥٤٢ نسمة سنة ١٩٧٤م إلى ٦٩٩٠٠نسمة سنة ١٩٩٢م. وقد وجد الخرِّيف أن مؤشر الهيمنة (نسبة سكان المدينة الأولى إلى سكان المدن الثلاث التاليـة) قد ارتفـع من ٥٩ % سنة ١٩٧٤م إلى ٧٧ % سنة ١٩٩٢م. كما وجد أن مؤشر نسبة تركز المدن ، city) (concentration ratio الذي يقيس توزيع السكان على المدن مقابل تركزهم في المدينة الأولى لازال عالياً رغم انخفاضه قليلاً من ٠,٧٢٥ سنة ١٩٧٤م إلى ٠,٧٠٦ سنة ١٩٩٢م. وبالرغم من اقتراب توزيع المدن من قاعدة المرتبة الحجم في سنتي التعداد، إلا أن الباحث لاحظ أن المدن الكبيرة لازالت أكبر من أحجامها النظرية والمدن الصغيرة أصغر من أحجامها النظرية (الخرِّيف، ١٤١٩م، ص ص ٩٤، ١٠٩). ووجد القباني أن حوالي نصف سكان المملكة سنة ١٩٩٢م يعيشون قي ست مدن هي الرياض وجدة و مكة المكرمة والمدينة المنورة والدمام و الطائف، في حين أنه لم تكن نسبة سكان هذه المدن تزيد على ٣١% سنة ١٩٧٤م. وعلى مستوى المناطق الإدارية تستحوذ الرياض على أكثر من ٧٢،٥ % من سكان منطقــة الرياض سنة ١٩٩٢م بعد أن كانت هذه النسبة ٥٢،٩ % سنة ١٩٧٤م. ويعيش أكثر من ٦٠ % من سكان منطقة تبوك في مدينة تبوك ســـنة ١٩٩٢م ، مقارنة بـ ٣٨% سنة ١٩٧٤م. وتتكرر هذه الصورة في مناطق المدينة المنـــــورة والحدود الشمالية ومكة وحائل (القباني، ١٤١٣هـ، ٨٧). وتشير مقارنة حصص الفئات الحجمية للمدن في التعدادين إلى أن المدن التي يقل عدد سكانها عن ٥٠ ألف نسمة قد فقدت ٥،٥٧% من حصتها سنة ١٩٧٤م، وفقدت المدن التي يتراوح عدد سكانها بين ٥٠ ألف نسمة إلى أقل من ٤٠٠ ألف نسمة ١٣،٩% من حصتها. أما المدن التي يزيد عدد سكانها على ٤٠٠ ألف نسمة فقد زادت حصــتها بنفــس مجمـــوع النسبتين السابقتين (١٩,٤٧) ، (الخرِّيف ، ١٤١٩هـ، ٨٤).

وقد عقدنا في الجدول رقم (١) مقارنة لمتوسط نصيب الفرد من المصادر المائية المتجددة ومتوسط أحجام المدن فوق ٥٠ ألف نسمة و نسبة التحضر في المملكة مع مثيلا تها في تسع دول واقعة في عروض جغرافية مشابهة. ومن الجدول نلاحظ وجود تناسب بين نصـــيب الفرد من المياه و بين نسبة التحضر ومتوســـط أحجـــام المدن ، فالدول الأوفر حظاً من الماء هي الدول الأكثر تحضراً والأكبر مدناً. ولا يشذ عن ذلك إلا المملكة والإمارات. فالمملكة تحتل المرتبة ما قبل الأخيرة من حيث نصيب الفرد من الماء ولكنها تحتل المرتبة الأولى من حيث نسبة التحضر و المرتبة الثانية من

حيث متوسط أحجام المدن. فإذا علمنا أنه لايوجد في المملكة أي أنهار دائمة الجريان أو بحيرات ، أدركنا مدى ابتعاد المدن السعودية عن إمكاناتها المائية مقارنة بالدول الأخرى المدرجة في الجدول. والحقيقة أن المقارنة يمكن أن تعقد على نطاق أوسع لتشمل عدد كبير من دول العالم دون أن تتغير هذه النتيجة.

وفي جانب التوزيع الجغرافي للمدن السعودية تنتشر المدن السعودية في جميع أرجاء الدولة تقريباً باستثناء صحاري الربع الخالي و الدهناء والنفوذ. وانتشار المدن و تباعدها يزيد من فرص استفادتها من الموارد المائية على مساحات أكبر على عكس تقاربها و تنافسها على الموارد المحدودة. لكن أكثر المدن السعودية نشأت أساساً حيث تتوفر المياه الجوفية بكميات كافية للإقامة المستدامة لأعداد أكبر من السكان أما حيث لاتتوفر موارد كافية فيسود نمط التنقل وعدم الاستقرار كأسلوب مناسب لاستغلال هذه الموارد. وقد بينت الدراسات أنه على مستوى المملكة ككل، يقترب نمط توزيع المدن من النمط العشوائي، مع وجود مناطق يقترب فيها التوزيع من النمط المتجمع كالمنطقة الشرقية والقصيم والرياض والجوف والباحة (الثمالي، ١٤١٦هـ، ص ٨٦) لكن المتدبر للتوزيع المكاني للمدن لا يمكن أن يفوته ملاحظة تقارب المدن الكبيرة جغرافياً. ففي منطقة مكة المكرمة تقع مدن جدة و مكة والطائف ضمن دائرة لا يزيد نصف قطرها عن ١٠٠ كيلو متر. وكذلك الحال بالنسبة لأكثر مدن المنطقة الشرقية ومدن القصيم ومدن جازان ومدن الباحة ومدن عسير. ويمكن القول أن حوالي ٦٨% من مجموع سكان الحضر في المملكة سنة **١٩٩٢م** يسكنون في **٢٧** مدينة واقعة في مساحة لا تزيد على ٦% من المساحة الكلية للمملكة [٤] . وعليه فإن التوزيع العشوائي لمجموع مدن المملكة لايعكس التوزيع الحجمي للمدن على الحيز الجغرافي للدولة. على أنه من الأهمية بمكان ملاحظة أنه ، حتى التوزيع الجغرافي للموارد المائية غير منتظم، وربما كان أقرب إلى التركز منه إلى العشوائية.

من هذا كله نخلص إلى القول أن التوزيع الجغرافي للسكان في المملكة العربية السعودية شهد ويشهد تحولات مهمة في ثلاثة اتجاهات: -

الاتجاه الأول: زيادة سكان الحضر على حساب الريف والبادية

الاتجاه الثاني: زيادة سكان المدن الكبيرة على حساب المدن الصغيرة و المتوسطة.

الاتجاه الثالث: زيادة سكان المدن المتقاربة جغرافياً على حساب المدن المتباعدة.

وجميع هذه التحولات تشير إلى حقيقة واحدة هي أن توزيع سكان المملكة يتجه نحو التركز و التجمع في مناطق جغرافية محدودة، الأمر الذي ساهم في التقليل من إمكانات استغلال الموارد المائية المتجددة الضعيفة أصلاً ، والمنتشرة على مساحات واسعة.

الدولــة	متوسط نصيب الفرد من الموارد المائية المتجددة ١٩٩٦* م٣	نسبة التحضر ١٩٩٧ * %	متوسط أحجام لمدن ٥٠ ألف نسمة أو أكثر بالآلاف **
تشيلي	٣٢٠٠٧	٨٤	٣٠٣
كازاخستان	٨٦٩٦	٦٠	٣٢٣
بيرو	١٦٤١	٧٢	٣٩٦
إيران	١٣٣٩	٦٠	٢٥١
المغرب	١٠٨٨	٥٣	٢٦٩
مصر	٩٦٦	٤٥	٢٧٨
الجزائر	٤٦٣	٥٧	١٤٣
الأردن	١٩٨	٧٣	١٩٠
المملكة العربية السعودية	١٢٠	٨٤	٣٣٨
الإمارات العربية المتحدة	٦١	٨٥	٣٠٠

جدول رقم (١)

متوسط نصيب الفرد من الموارد المائية المتجددة و نسبة التحضر و متوسط أحجام المدن للمملكة و مجموعة من الدول الواقعة في عروض جغرافية مشابهة .

* The World Bank , World Development Report ١٩٩٩/٢٠٠٠ , Tab. A.٢ p.٢١٨ + Tab. ٩ p.٢٤٦

** Internet, http:// WWW.citypopulation.de

٢- مصادر مياه المدن في المملكة

تفاوتت بدايات استعانة المدن السعودية بمصادر المياه غير التقليدية حسب إمكانات مواقعها المائية. فمدينة جدة التي ارتبط تاريخها بأزمات مائية مستمرة أنشئ بها أول مكثف للماء (كنداسة) سنة ١٣٢٨هـ، وأول محطة كبيرة للتحلية سنة ١٣٩٠ هـ. وكان أول استغلال للمياه الجوفية العميقة غير المتجددة لصالح مدينة الدمام سنة ١٣٦١ هـ، تبعتها مدينة الرياض سنة ١٣٧٧هـ عندما حفرت آبار الشميسي في طبقة المنجور التي أدى تلوثها بمياه المجاري فيما بعد إلى صرف النظر عنها. أما مكة المكرمة فقد بدأ في تزويدها بمياه البحر المحلاة من محطة الشعيبة مع بداية القرن الهجري الجديد. وبعد ذلك بفترة قصيرة وصلت مياه البحر المحلاة إلى مدينة الطائف (وزارة الزراعة، ١٤٠٥هـ، ص ص ٨١، ٨٥). وقد تتابع بناء محطات التحلية على ساحلي البحر الأحمر والخليج العربي حتى أصبحت تنتج ٧٩١ مليون متر مكعب سنوياً سنة ١٤٢٠هـ تفي بحوالي ٤٤% من الاستعمالات المنزلية للماء (وزارة التخطيط ١٤١٩هـ، ص ٢٠). ويأتي الجزء الأعظم من بقية حاجة المدن من الماء من المياه الجوفية العميقة. أما المياه الجوفية السطحية المتجددة فقد نقصت مساهمتها نتيجة بروز التحلية والمياه الجوفية العميقة كمصادر جديدة ، إضافة إلى استنزاف الموارد المعروفة وعدم تنمية موارد جديدة.

ولاشك أن النمو السريع لعدد السكان وارتفاع معدل الاستهلاك نتيجة ارتفاع مستوى المعيشة كان لهما أكبر الأثر في تنامي الطلب على الماء في المدن مع ثبات أو تناقص المعروض منه. ولقد جادلنا في هذه الدراسة أنه ثمة سبب آخر ساهم في اتساع الفجوة بين العرض و الطلب على المياه البلدية في المملكة ، هو اتجاه توزيع السكان نحو التحضر والتركز السكاني في عدد قليل من المدن، مما أدى إلى زيادة معدلات الاستهلاك واستنزاف الموارد المحلية التقليدية و تفويت فرصة تنمية المصادر البعيدة عن المدن الكبيرة. ففي جانب الطلب تتفوق المدن الصغيرة على المدن

الكبيرة في كفاءة تقديم الخدمات العامة ومنها الماء (مكي، ١٩٨٨م، ص٧٢ و Linn , ١٩٨٢ pp. ٦٣٥-٦٣٤). ويمكن إعادة أسباب هذا التفوق إلى انخفاض نسبة الفاقد من الشبكة وحسن إدارة وتوزيع المياه بسبب صغر حجم المدينة. وقد وجد أن متوسط استهلاك الفرد من الماء في المدن الكبيرة أعلى منه في المدن الأصغر حجماً. فقد جاء في خطة التنمية السابعة أن متوسط نصيب الفرد من مياه الشرب ارتفع بصورة مطردة في المدن الكبيرة من ١٢٠ لتر في اليوم سنة ١٤٠٠هـ إلى ٣١٥لتر في اليوم سنة ١٤٢٠ هـ (وزارة التخطيط ، ١٤١٩هـ، ص ٢١١). ونقل إبراهيم الفقي عن الطخيس أن معدل استهلاك الفرد من الماء يختلف من مدينة لأخرى حسب حجمها، ففي المدن الكبيرة التي يزيد عدد سكانها على ثلاثة ملايين نسمة يصل المعدل إلى ٣٦٠ لتر في اليوم ، وفي المدن التي يقل عدد سكانها عن ١٢٠ ألف نسمة يصل المعدل إلى ٢٠٠ لتر في اليوم (الفقي، ٢٠٠١م، ص ٢٩٩). وعندما قدَّرت وزارة الزراعة والمياه الطلب على الماء في بعض المدن السعودية أخذت في الاعتبار حجم المدينة، فالمدن الكبيرة يستهلك الأفراد فيها كميات أكبر مما يستهلكه الأفراد من الماء في المدن الصغيرة. وقد تراوحت التقديرات بين ٣٠٠ إلى ٣٨٠ لتر في اليوم لسنة ١٤١٠هـ و ٣٢٠ إلى ٤٢٠ لتر في اليوم لسنة ١٤٢٠ هـ (وزارة الزراعة والمياه، ١٤٠٥هـ، ص ٨٠).

وفي جانب العرض أدى تضخم أحجام المدن (إلى جانب التوسع السريع في الزراعة) إلى استنزاف الموارد المائية المتجددة في الأودية المجاورة لهذه المدن نتيجة ارتفاع معدلات السحب التي فاقت بمراحل معدلات التغذية. وينطبق هذه التعميم بصورة واضحة على المدن الواقعة في الدرع العربي كجدة ومكة المكرمة و الطائف. فقد أدى سحب المياه الجوفية من رسوبيات الأودية الكبيرة القريبة من هذه المدن كوادي فاطمة ووادي خليص ووادي نعمان ووادي وج إلى انخفاض مستوى الماء بشكل كبير. وفي دراسة للبارودي وجد الباحث أن معدل الانخفاض في مستوى الماء الجوفي في وادي فاطمة الذي سحبت مياهه إلى جدة و مكة قد بلغ ٣٧ر متراً في السنة خلال الفترة من عام ١٩٤٤حتى عام ١٩٦٣ م. ثم زاد معدل الانخفاض إلى ١,٠٦متراً في السنة خلال الفترة من سنة ١٩٦٣م إلى سنة ١٩٦٦م. وبين عامي ١٩٦٦و ١٩٧٨م كان معدل الانخفاض ٠,٥٦ متراً في السنة. وبلغ أعلى مستوياته بين عامي ١٩٧٨م و ١٩٨١م، حيث وصل إلى ٣ر٣٦ متراً في السنة الأمر الذي جعل المؤلف يتوقع نضوب مخزون الوادي من الماء قبل نهاية القرن الميلادي إذا استمر السحب الجائر للمياه بنفس المعدل الذي كان عليه عام ١٩٨١م (البارودي، ١٩٨٦م، ص ٤٨٠ – ٥١). والكلام نفسه يمكن أن يقال عن بقية الأودية في المنطقة وعن أودية أخرى في المملكة. وعمليات السحب الجائر هذه ليست نتاج مشاريع الدولة لتزويد المدن بالمياه فقط، بل أيضاً من الشاحنات التي تجوب الأودية القريبة من المدن بأعداد كبيرة وتعمل ليل نهار على جلب المياه الصالحة للشرب لسكان المدن ممن هم غير موصلين بشبكات المياه، أو ممن لا يكفيهم ما يصلهم من ماء. ويقدر الباحث أنه في الوقت الحاضر يتم تعبئة ٢٥٠ شاحنة بالماء يومياً من وادي نعمان الواقع شرق

مدينة مكة المكرمة. وهذا يعني أنه يتم سحب ما بين تسعمائة ألف متر مكعب إلى مليون ونصف المليون متر مكعب من الماء سنوياً بواسطة الشاحنات من هذا الوادي فقط. فإذا أضفنا إلى ذلك مقدار ٣٫٥ مليون متر مكعب يتم سحبه عن طريق الأنابيب لصالح مدينة مكة (وزارة الزراعة والمياه، ١٤٠٥هـ، ص ٨٥)، إضافـــة إلى ما يتم استعماله في الزراعة والشرب في الوادي نفسه، أمكننا بسهولة توقع نضوب مخزون الوادي من المياه في غضون سنوات قليلة.

إن الفكرة التي نريد إبرازها هنا هي، أن النمو السريع لبعض المدن ساهم بصورة مباشرة في خلق الأزمة المائية في المملكة عن طريق تخفيض أو استنزاف مخزون المياه الجوفية المتجددة. ولو كان هذا النمو موزعاً بالتساوي بين جميع مدن المملكة أو حسب إمكاناتها المائية لتغيرت الصورة، لأنه سيكون لدينا توزيعاً سكانياً أكثر انتظاماً على مساحة الدولة وبالتالي استفادة أعظم من الموارد المائية البعيدة حالياً عن المراكز العمرانية الكبيرة، ومحافظة أكبر على الموارد القريبة منها. ولا أدل على ذلك من أن الأزمة تتركز حالياً في المدن الكبيرة وأن كثير من المـدن الصغـــيرة و المتوسطة لازالت مكتفية ذاتياً من مواردها المائية المحلية. ولدينا أمثلة لمدن كثيرة من دول أخرى تضخمت أحجامها وكان من أبرز نتائج ذلك حاجتها إلى استيراد الماء من مناطق بعيدة بعد أن أصبحت الموارد المائية المحلية غير كافية أو ملوثة. فمدينة مكسكوستي كانت سنة ١٩٨٢م تجلب الماء من على بعد مائة كيلومتر وارتفاع يقل عن مستوى ارتفاع المدينة بألف متر و في سنة ١٩٩٠م اضطرت لجلب الماء من على بعد مائتي كيلومتر وارتفاع يقل عن مستوى ارتفاع المدينة بألفي متر (Falkenmark and Lindh , ١٩٩٣ , p. ٨٦)[٥]. وفي كولومبيا أضطرت مدينة بوكتا العاصمة إلى جلب الماء من مسافات بعيدة، ولم يكن بوسع مدينة كالي الاستفادة من مياه نهر كوكا الملوثة القريب من المدينة إلا بعد تنقيته بتكلفة عالية (Linn, ١٩٨٢ , ٦٣٥). فتضخم أحجام المدن رغم فائدته في تخفيض تكاليف الإنتاج إلا أنه يزيد من تكاليف توفير الخدمات. وقد نقل جوزيف كوجلر عن الباحث في شؤون التنمية الحائز على جائزة نوبل في الاقتصاد أرثر لويس قوله: إن التحضر يكلف كثيراً و أن التنمية أرخص في الأرياف منها في المدن (Gugler , ١٩٨٢ , p. ١٨٢).

ونحن نرى هنا أن التحضر السريع وتضخم أحجام المدن انعكس سلباً على أكثر الموارد ندرة وهو الماء فأتى على كل مخزون المياه في الأودية المجاورة للمدن أو كاد. ليس هذا فحسب بل إن المصادر البعيدة لم تعد مجدية اقتصادياً، لأنها لم تعد في متناول أكثر السكان الذين هاجروا من القرى والمدن الصغيرة إلى المدن الكبيرة. إزاء هذا الوضع المتفاقم، لم تجد السلطات القائمة على شؤون المياه بداً من اللجوء إلى مصادر خارجية غير تقليدية. وبرز حل التحلية كمخلص من هذه المعضلة التنموية الكبيرة. ومع تنامي الطلب تزايد الاعتماد على مياه التحلية التي أصبحت تضخ لمسافات بعيدة جداً.

لكن الاكتفاء الذاتي من مصادر المياه المتجددة للأغراض البلدية في المملكة لا يعد استحالة حسابية. فالمملكة بمساحتها الشاسعة

البالغة أكثر من مليونين كيلو متر مربع، يسقط عليها في المتوسـط ٧٥ ملم من الأمطار في السنة (المقرن، ١٤١٧هـ، ص١٤). وهذا يعني أن مجموع كمية الأمطار التي تسقط على أرض المملكة تزيد على ١٥٠ مليار متر مكعب من الماء، بمعدل ٧٥٠٠٠م٣ لكل كيلو متر مربع [٦]. ومن أصل كمية التساقط الكبيرة هذه، لا يصل إلى خزانات المياه الجوفية بواسطة التغذية(Recharge) إلا نسبة ضئيلة تتراوح تقديراتها بين ٥٩ر% و ٢,٣٩% أي ٠,٨٨٥ إلى ٣,٥٨٥ مليار متر مكعب (AL-Alawi and Abdulrazzak , ١٩٩٤ , p ١٧٧ , AL-Turbak and AL-Dhowali , ٢٠٠١ ,٧٧) . أما ما تبقى فيتبخر أو يبقى في الجزء العلوي من التربة وفي حالات قليلة تصل كميات محدودة منه إلى البحر من خلال الجريان السطحي الذي يقدر بأنه يتراوح بين ٢-٣,٥ مليار متر مكعب في السنة (المقرن ، ١٤١٧هـ، ص ١٤) و (AL-Turbak Dhowali , ٢٠٠١ , p. ٧٧ , AL-Alawi and AL- and Abdulrazzak , ١٩٩٤ , p. ١٧٧).

وقد قدر استهلاك المملكة من الماء للأغراض المنزلية و الصناعية سنة ١٩٩٥م بـ ٢,٠٢٤ مليار متر مكعب في السنة (AL-Turbak , ١٩٩٩ , p. ٩٨) ، أي حوالي ١,٢٦% من كمية الأمطار الساقطة. كما قدر أن الطلب على الماء لهذه الأغراض سنة ٢٠٢٥ م سيصل إلى ٥,٩٦٨ مليار متر مكعب على أساس ٣٠٠ لتر للشخص في اليوم الواحد. AL-Turbak and AL-Dhowali) , ٢٠٠١ , p. ٨١)، أي حوالي ٣,٧١% من كمية الأمطار الساقطة. والسؤال الذي نود طرحه: إذا كانت حاجة المدن من المياه لن تتجاوز حتى بعد ٢٥ سنة من الآن ٤% من مجموع كمية الأمطار الساقطة على أرض المملكة، ألا توجد طريقة لتأمين هذه النسبة البسيطة من المياه المتجددة تغنينا عن الحلول الأخرى غير التقليدية ؟

بداية أقول: إنني لا أملك إجابة لهذا السؤال. ومن المؤكد أن البحث في هذا الموضوع أولوية وطنية لا يجادل أحد في أهميتها ، لأن الوضع المائي في المملكة مصنف ضمن الفئات الحرجة. وقد أولت خطة التنمية الأخيرة ١٤٢٠هـ – ١٤٢٥هـ هذا الموضوع عناية فائقة ودعت إلى إجراء مزيد من الدراسات والأبحاث بمشاركة الجهات البحثية من داخل المملكة وخارجها، وأقرت سياسة تنمية موارد المياه السطحية والجوفية المتجددة لكونها **المورد الاقتصادي الأول للمملكة**، كما ترى الخطة (وزارة التخطيط ١٤١٩هـ، ص ص١١٩ - ١٢٠). والحلول البديلة المطبقة حالياً هي التوسع في تحلية مياه البحر وتنقية مياه الصرف الصحي والدعوة للاقتصاد في استعمال المياه والمحافظة على مخزون المياه الجوفية العميقة غير المتجددة كمخزون احتياطي [٧]. وقد طرحت حلول أخرى لا تزال في طور الدراسة مثل سحب جبال الجليد (آل سعود ، ١٤٠٢هـ) أو نقل المياه من الدول التي لديها فائض كالباكستان بواسطة الناقلات) (Farooq and AL-Layla , ١٩٨٧). غير أن هذه الحلول جميعاً تعاني من عدد من العيوب أهمها:-

١- أنها غالية الثمن ومكلفة جداً. فتحلية المياه المالحة لا تقدم عليها الدول إلا عندما تنعدم البدائل الأخرى أو تصبح غالية جداً ، مع ضرورة توفر مصادر الطاقة الرخيصة. وفوق ذلك كله تحتاج إلى رأس مال كبير (Wade , ٢٠٠١ , ٣) (وقد قدرت تكلفة الإنتاج في المملكة بـ ٠,٦ –٠,٨ دولار للمتر المكعب الواحد في سنة ١٩٩٥م (Sahlawi , ١٩٩٩ , p. ٤١). وعلى مستوى العالم قدرت التكلفة سنة ٢٠٠٠م بـ ٠,٧ – ٠,٩ دولار للمتر المكعب الواحد , Wade p. ٣ , ٢٠٠١. ومع أن تقنيات تحلية المياه المالحة خطت خطوات كبيرة نحو تخفيض التكاليف، إلا أنها لا زالت غالية وممكنة فقط في الدول الغنية بمصادر الطاقة ورأس المال. والتكلفة المشار إليها أعلاه هي تكلفة الإنتاج فقط، وهي تمثل تكاليف التحلية في المدن الساحلية. أما إذا أريد إيصال المياه إلى مدن داخلية فإن ذلك يستلزم تكلفة إضافية تعتمد على بعد هذه المدن عن الساحل و ارتفاعها عن مستوى سطح البحر. وفي المملكة يعتبر حل التحلية الحل المفضل لدى صنّاع القرار، ليس لجاذبيته ولكن لكونه الحل الوحيد المعروف مع أنه يكلف خزانة الدولة مبالغ باهظة (وزارة التخطيط ١٤١٩هـ، ص ١١٩).

٢-أنها مهما طال أمدها فهي مؤقتة. فمحطات التحلية لها عمر افتراضي إذا انتهى احتجنا إلى محطات جديدة و رأس مال جديد وكذلك الحال بالنسبة للمياه الجوفية العميقة غير متجددة وسوف يتم استنزافها كلية في يوم من الأيام [٨]. و حيث أن الماء سلعة استراتيجية ضرورية لضمان تنمية مستديمة، فإن علاجها بهذه الطرق لا يجب النظر إليه كحل نهائي، بل مؤقت يرافقه تفكير وعمل جاد لإيجاد حلول مناسبة على المدى البعيد. ومن هنا تأتي أهمية الإسراع في إنجاز استراتيجية الخطة الوطنية للمياه التي تردد ذكرها في الخطط الخمسية و آخرها خطة التنمية السابعة (وزارة التخطيط ١٤١٩هـ، ص ١٢٠) ، وأهمية أن يكون تأمين إمدادات ثابتة من المياه من أول أهدافها.

٣- أنها عرضة للخطر في أوقات الحرب لكونها أهداف سهلة يترتب على النيل منها قطع إمدادات المياه عن المدن (Allen , ١٩٩٤ , p. ٧٨ & Agnew and Anderson, ١٩٩٢ , p. ١٨٣ (ورغم ضعف احتمال حدوث ذلك إلا أنه يبقى أمراً ممكناً. والماء سلعة استراتيجية هامة يجب المحافظة على مصادرها و النأي بها عن الأخطار المحتملة أياً كان مستوى هذا الاحتمال. وعندما تتنوع مصادره بدلاً من التوحد و تتوزع بدلاً من التركز تصبح أكثر أمناً و أقل عرضة للأخطار .

وهكذا فإنه مع ضرورة الاستمرار في الاستعانة بمصادر المياه غير التقليدية على المدى القريب والمتوسط، لابد من تكثيف الجهود للبحث عن مصادر محلية متجددة لها صفة الديمومة والأمان على المدى البعيد. هذه المصادر ستكون مياه الأمطار وما ينتج عنها من جريان سطحي ومياه جوفية. وبطبيعة الحال، ستكون العقبات التي يلزم تخطيها ، لكي تستثمر هذه المصادر ، عقبات فنية واقتصادية. فالقضية لا يجب أن تقتصر على البحث عن خزانات المياه الجوفية وبناء مزيد من السدود لحجز مياه السيول ، بل لابد من البحث عن أنجع السبل والوسائل للمحافظة على المياه

الجوفية و مياه الجريان السطحي و الأمطار من الضياع وتحقيق أفضل استفادة ممكنة منها. وهذه المهمة تتطلب تضافر جهود الباحثين من تخصصات مختلفة على مدى سنوات طويلة لتقييم الأوضاع المائية بكل دقة وتفصيل وبحث كل الفرص المتاحة مهما كانت ضئيلة بما في ذلك تصميم تجارب جمع وتخزين وضخ المياه من مصادرها إلى أماكن الاستهلاك ، و تقييمها فنياً واقتصادياً و بيئياً. ولا شك أن مجهوداً بحثياً ضخماً كهذا سيؤدي - إن شاء الله - إلى سد ولو جزء من احتياجات المدن من المياه و تخفيف الضغوط على المصادر غير التقليدية من تحلية أو تنقية أو مياه جوفيه عميقة.

إن المتدبر للسياسات و الخطط المائية في المملكة يلاحظ دعوتها باستمرار إلى دراسة المصادر المائية المتجددة ابتداءً بالخطة الخمسية الأولى (الهيئة المركزية للتخطيط ، ١٣٩٠هـ، ص ٢٩) وانتهاء بخطة التنمية السابعة (وزارة التخطيط ١٤١٩هـ ، ص ٢٩). وقد انجز الكثير من الدراسات والمسوح الهيدرولوجية، وتم تنفيذ توصيات البعض منها في صورة مشاريع لبناء السدود واستغلال المياه الجوفية لصالح المدن والقرى. لكن بعض ما دعت الخطط إلى دراسته مثل دعوة الخطة الثانية إلى بحث موضوع حصاد المياه (Ministry of Planning, ١٩٧٦ , p. ١١٠) الذي لم يتم بحثه حسب علمنا ، ودعوة الخطة الرابعة إلى بحث الهطول والتبخر والتغذية (وزارة التخطيط، ١٤٠٥هـ، ص١٧٢). ويبدو أنه رغم مواصلة الحديث عن المصادر المائية المتجددة ، إلا أن المخططين فقدوا الأمل في إمكانية سد النقص في مياه الشرب والصناعة من هذه المصادر فركزوا جلّ اهتمامهم على التحلية والمياه الجوفية العميقة (وزارة التخطيط ١٤١٩هـ، ص ١١٩). والحقيقة أن قرار تبني التحلية اتخذ منذ زمن بعيد، وبالتحديد سنة ١٩٧٦م عندما أوصى فريق الخبراء من منظمة الزراعة والتغذية الدولية (الفاو) بتزويد مدينة جدة بحاجتها من الماء عن طريق التحلية. ولم يرد في حيثيات التوصية أي ذكر للتكاليف، ربما لأنها اتخذت في فترة لم تكن الجوانب الاقتصادية فيها موضع سؤال. أما المياه الجوفية المتجددة فقد أوصى الفريق بالاحتفاظ بالجزء الأعظم منها كاحتياط يستخدم في أوقات الذروة كفترة الحج أو في حالة خراب محطات التحلية (وزارة الزراعة ١٩٨٠م، ص ص ٣٢٤، ٣٢٦). وفي اعتقادنا أن الوقت قد حان للشروع في دراسة إمكانيات استغلال موارد المملكة من المياه المتجددة دراسة جادة وشاملة ومفصلة. هذه الدراسة يمكن أن تكون في إطار فرضية الظهير المائي المقترحة في دراستنا هذه.

رابعاً : الظهير المائي و حصاد المياه

من المعروف أن مصادر المياه المتجددة في المملكة من مياه جوفية و مياه ناتجة عن الجريان السطحي ومياه أمطار لم تكتمل معرفتنا بها بعد. لذلك دعت خطة التنمية السابعة إلى إنشاء بنك للمعلومات المائية ليصار إلى دراستها وتحليليها بهدف حسن استغلالها و الاستفادة منها في إعداد خطة وطنية حديثة للمياه (وزارة التخطيط ١٤١٩هـ، ص ١٢٠). ولا شك أن حسن إدارة الموارد المائية المحدودة يشكل أولى الخطوات الإيجابية للتعامل مع الأزمة المائية الحالية ، والتي

ينتظر أن تزداد حدة في المستقبل. وكما هو منتظر يتوقع أن يتركز الاهتمام على طرفي الأزمة الطلب والعرض. وقد بينا في هذه الدراسة أن أموراً مهمة مرتبطة بطرفي الأزمة لم تدرس . فقد تركز الاهتمام على الاقتصاد في استهلاك المياه، وأهملت الجوانب المرتبطة بتضخم أحجام المدن كأسباب فاعله في خلق الأزمة. فالحقيقة أن افتراض أن زيادة الطلب ناتج عن زيادة عدد السكان وزيادة معدل الاستهلاك فقط لا يمثل الحقيقة كاملة إذ أن وجود الأحجام الكبيرة للمدن يرافقه تبذير وإسراف شديدان للموارد المائية، وتفويت لفرص استغلال الموارد القليلة و المتناثرة على أرض المملكة. والحاجة قائمة لدراسة هذه المسألة دراسة دقيقة، إذ هل سنسمح للمدن الكبيرة أن تستمر في النمو؟ وماذا عن المدن المتوسطة التي تسير على نفس الطريق؟ هذا موضوع كثر الحديث عنه ليس لعلاقة بالأزمة المائية فقط ، ولكن أيضاً لأنه مرتبط بسلسلة من الأزمات و المشكلات الأخرى. وقد دعى عدد من الباحثين إلى إعادة توزيع السكان في المملكة (Decentralization) من خلال التخطيط المترابط لوقف التركز السكاني وتوجيه التوزيع نحو التوازن الوطني والإقليمي (AL-Khalifah and Frisbie , ١٩٨٩ , p. ٢٧ & AL-Hathloul and Edadan , ١٩٩١ , p. ٣٨٧) وفي دول أخرى تنبه الباحثون إلى العلاقة المباشرة بين التركز السكاني وبين أزمة المياه في المدن. وقد عثرنا على دراسة فريدة من نوعها تكاد تكون تطبيق مباشر لفكرة الظهير المائي التي ننادي بها هنا. ففي هذه الدراسة التي أجريت على إقليم نيوساوث ويلز في استراليا، قام الباحثان بدراسة المستوطنات العمرانية والإمكانات المائية لكل مستوطنة وبالتالي الحجم النظري لها، ممهدين الطريق للمخططين وصناع القرار لتبني السياسات والبرامج اللازمة لإعادة توزيع السكان على ضوء هذه النتائج (Hobbs and Woolmington , ١٩٧٢) . فإذا كانت هذه هي الطريقة التي يفكر بها الباحثون في دولة تفوق إمكاناتها المائية بمراحل كثيرة إمكانات المملكة ، أليس من الواجب أن تكون قضية إعادة توزيع السكان نحو التوازن الحجمي والمكاني من أولى و أهم إستراتيجيات التخطيط في المملكة؟ لابد من القول أن التخطيط الإقليمي يجب أن يأخذ في الاعتبار الإمكانات المائية للمراكز العمرانية، لا كدليل على أهليتها كمراكز نمو فقط (المسلم ، ١٤٠٦ هـ، ص٤٧٢)، بل أيضاً كحد لسقف هذا النمو وحدوده. لقد نمت المدن السعودية خارج بيئتها وبديناميات وبواعث مؤقتة و خارجية المنشأ، وإذا لم يتم التنبّه ومعالجة المشكلة في الوقت المناسب فإن السير في هذا الطريق ربما يوقعنا فيما يسميه مارفن هاريس " بالمصيدة الهيدرولوجية " (Worster , ١٩٨٥ , p. ٣٢٩) حيث يقودنا التمادي في بناء مدن كبيرة وسط الصحراء وفي ظل ظروف اقتصادية مواتية إلى الوقوع في أزمة مائية خانقة في فترات لاحقة.

إن إعادة توزيع السكان، أو على أقل تقدير الحيلولة دون مزيد من التركز، يشكل أحد جانبي معالجة الأزمة. أما الجانب الثاني، فهو العمل على تركيز وتجميع الموارد المائية. فالمملكة ذات مساحة شاسعة وهذا يعني أنه رغم فقر الموارد المائية إلا أنها في جملتها كبيرة، وكافية

من الناحية النظرية لسد حاجة السكان. فالمطلوب هو بحث إمكانية تجميع هذه الموارد المتناثرة من النواحي الهندسية والاقتصادية والبيئية. والحقيقة أن جمع وتخزين المياه من المناطق الغنية بها ونقلها إلى المناطق الفقيرة كأحد استراتيجيات المياه في المملكة فكرة نادى بها أحد الخبراء منذ فترة طويلة (Tucker , ١٩٨٢ ,p ١١) دون أن يتم تطويرها وترجمتها إلى سياسات وبرامج محددة.

وعلى الصعيد العالمي تعد فكرة جمع وتخزين المياه لوقت الحاجة أو ضخها إلى حيث تكون موجودة، ممارسات معروفة. فلقد تزايد الاهتمام في السنوات الأخيرة بما اصطلح على تسميته في علوم المياه بحصاد المياه (Water Harvesting) . وتقوم فكرة حصاد المياه على أساس تجميع مياه الأمطار أو الجريان السطحي في مناطق تجميع قد تكون خزانات أرضية أو صناعية فوق سطح الأرض أو تحت السطح للاستفادة منها في مناطق مختارة و لأغراض معينة. وتحت هذا التعريف الواسع تندرج كثير من الممارسات القديمة والحديثة، لعل أبرزها إقامة السدود والمدرجات الزراعية وحفر القنوات الأرضية (الدبول) أو السطحية لتجميع المياه وإيصالها إلى المناطق الزراعية أو إلى المدن. لكن حصاد المياه أرتبط بصورة أوثق بتجميع مياه الأمطار (Rainwater Harvesting) من مساحات صغيرة كأسقف وأفنية المنازل و مواقف السيارات ، وإيصالها من خلال قنوات أو أنابيب إلى أماكن التخزين لاستعمالها للأغراض المنزلية وسقيا الحدائق. وقد تم تطوير تقنيات مختلفة لتجميع و تخزين المياه تشمل تجهيز السطوح ومد الأنابيب وبناء الخزانات. وتستعمل تقنيات حصاد الأمطار للأغراض المنزلية في عدد من دول العالم مثل الصين و الهند واستراليا و نيوزلندة و الدول الأوربية والولايات المتحدة وكثير من الدول النامية الأخرى في آسيا وأفريقيا [٩].

وفي المملكة العربية السعودية تقف مئات البرك و المجاري المائية المبنية بالحجارة والنورة على طول درب زبيدة الممتد من مكة المكرمة حتى العراق، شواهد حية على قدم الفكرة والتطبيق. وفي سلطنة عمان ودولة الإمارات العربية المتحدة نشأ وتطور نظام الأفلاج وهي مجاري مائية تقوم بتجميع مياه الأمطار و السيول من على سفوح المنحدرات الجبلية وإسالتها إلى القرى والمزارع. ويقدر عدد الأفلاج في عمان بأربعة آلاف فلج لايزال الكثير منها يعمل حتى وقتنا الحاضر (المقرن، ١٤١٧ هـ، ص١٣). وكانت بعض المدن في المملكة كمدينة جدة تعتمد في فترات سابقة من تاريخها على تجميع مياه الأمطار من أسطح المنازل في صهاريج بواسطة ميازيب المنازل. وذكر عبد القدوس الأنصاري أن استعمال الصهاريج في جدة قديم جداً ويعود إلى العصر الجاهلي (الأنصاري، ١٣٨٩هـ، ص ٢٧). ويقدر أنه مع حلول القرن السادس الهجري كان يوجد في جدة ٥٠٠ صهريج لتجميع مياه الأمطار (وزارة الزراعة، ١٤٠٥هـ، ص ٨٣).

والذي نراه: أن فكرة الظهير المائي تصلح أن تكون إطاراً نظرياً مناسباً لدراسة إمكانات حصاد المياه حول و داخل المدن السعودية. فالظهير المائي للمدينة هو المنطقة الجغرافية المحيطة بها التي يمكن أن تزودها بالماء وفق معايير اقتصادية معينة. وقد

اقترحنا أن تكون هذه المعايير التكلفة التنافسية لاستخلاص و إيصال الماء إلى المدينة. فإذا أردنا أن نأخذ في الحسبان الاعتبارات الاستراتيجية والأمنية فإنه في الإمكان توسعة الظهير المائي للمدن المختلفة. وبصورة عامة يمكن تحديد عدد من الأظهرة المائية المتحققة حول كل مدينة تختلف عن بعضها من حيث التكلفـــــة الاقتصاديـــــة والاعتبارات الأمنية والبيئية وغيرها من المعايير والأسس التي نضعها. وهذه الأظهرة تقدم كبدائل لصناع القرار لمقارنتها بالحلول غير التقليدية واتخاذ ما يلزم من قـــرارات ستكون- بطبيعـة الحال- صعبة لأنها ستبنى على مقارنة خيارات ذوات خصائص قيست بوحدات مختلفة. ومع صعوبتها إلا أنها ملزمة لأن أي إدارة مائية ناجحة في أي دولة استحكمت فيها الأزمة المائية ، لابد وأن تأخذ كل هذه الظروف و الاعتبارات في الحسبان .

ويمكن أن تتم دراسة إمكانات الظهير المائي للمدينة السعودية على ثلاث مستويات:- مستوى المياه الجوفية ومستوى المياه الجوفية والجريان السطحي ومستوى المياه الجوفية والجريان السطحي والأمطار. والمستويات الثلاثة مرتبة تصاعدياً حسب الشمولية ، فالمستوى الثالث أكثرها شمولية إذ أنه يتضمن دراسة المياه في صورها الثلاث التي تتمثل فيها على سطح الأرض. وقد تناولت الدراسات والأبحاث التي أجرتها الشركات الاستشارية والأفراد، المستويات الثلاثة بدرجات متفاوته ، فمعظم الإهتمام انصب على المياه الجوفية والجريان السطحي. أما مياه الأمطار كمصدر مباشر من مصادر المياه في المملكة فلم نجد له إلا مثـالاً واحداً هو دراسة اسحق وخرارجيان (Ishaq and Khararjian , ١٩٨٨) . وهناك عدد من الدراسات حول مصادر المياه للأغراض البلدية والزراعية في الأقاليم الجافة وشبه الجافة مثل دراسة كوف (Ciuff, ١٩٨٩) ودراسة بن اشر وبرنز (Ben-Asher and Prinz, ١٩٩٥) ودراسة الغرياني (AL-Ghariani, ١٩٩٧) ودراسة جودي وفوك (Joudi and Fok, ١٩٩٩)هذه الدراسات لابد وأنها ستكون ذات فائدة في هذا المجال لأنهـــا أجريت على أقاليـــم قليلة التساقط. و مما يلاحظ على الدراسات التي كان موضوعها المياه الجوفية والسطحية في المملكة، تركيزها على تقييم إمكانات أحواض الأودية الكبيرة للأغراض الزراعية. وهذا، عوضاً عن كونه يخدم الزراعة وليس المدن، لايتناسب مع مفهوم الحصاد الذي يعني تجميع المياه من جميع مصادرها كبيرة كانت أم صغيرة بما في ذلك المدن نفسها.

إن فكرة حصاد المياه قد ثبتت فعاليتها نظرياً وعملياً في أماكن كـــثيرة جداً من العالم. والفكرة غير مرتبطة بمناخات معينة إذا أنها صالحة للتطبيق في كل المناخات بما في ذلك المناخات الجافة وشبه الجافة (Ciuff , ١٩٨٩ , p. ١٤٩). وبالرغم من وجود تجارب ناجحة لحصاد المياه من كميات قليلة من الأمطار ، إلا أنه يوجد شبه إجماع على ألا تقل كمية الأمطار السنوية عن ٥٠ ملم لكي يكون المشروع اقتصادياً (Joudi and Fok ,١٩٩٩, p. ٤٨٥). ومعظم مناطق المملكة يسقط عليها في المتوسط أمطار تزيد عن هذه الكمية. وقد وجـــد اسحــــق وخرارجيان من دراستهما لحوض السلامة في مدينة الظهران في

منطقة جامعة الملك فهد للبترول و المعادن و مجمع شركة أرامكو السكني ، أنه في الإمكان الحصول عن طريق الجريان السطحي على ٢٢١٧٠ متر مكعب من الماء سنوياً من هذا الحوض فقط، بمعدل ١٢٢متر مكعب للهكتار أي حوالي ١٢٢٠٠متر مكعب للكيلو متر المربع الواحد Ishaq and Khararjian , ١٩٨٨ , p. ١٢٢٨). وفي دراسة لمدينة طرابلــس في ليبيا وجــــد الغرياني أنه في الإمكان تزويد كل أسرة في المدينة البالغ عدد سكانها مليون وربع المليون نسمة سنة ١٩٩٥بـ ٦١متر مكعب من المياه من ٧٩,٥ كيلومتر مربع تمثل مساحة المدينة و ٢٨٦ ملم تمثل متوسط الأمطار السنوية (AL-Ghariani , ١٩٩٧ , p. ٦٦). ويقدر هوسمان وأولسثورن أن مدينة عدد سكانها ١٠٠ ألف نسمة يستهلك الفرد فيها ٢٠٠ لتر في اليوم تحتاج إلى خزان مياه جوفي يتم تغذيته من حوض مائي متوسط التساقط ، مساحته تتراوح بين ٣٠ إلى ١٢٠ كيلو متر مربع (Agnew and Anderson , ١٩٩٢ , p. ٢٠٨). وبصفة عامة فإن ١٠٠ ملم من الأمطار سنوياً تعني سقوط ١٠٠ ألف متر مكعب من الماء على كل كيلو متر مربع ، ولو تمكنا من تجميع ربع هذه الكمية مثلاً، لأصبحت كافية لعدد ٢٥٠ نسمة بمعدل مائة متر مكعب للفرد في السنة. وعليه فإن مدينة عدد سكانها مائة ألف نسمة ستحتاج لظهير مائي مساحته ٤٠٠ كيلومتر مربع لتزويدها بما تحتاجه من المياه. وهكذا ، بالنسبة لبقية الأحجام: فمدينة النصف مليون نسمة تحتاج إلى ظهير مائي مساحته ٢٠٠٠ كيلومتر مربع ، ومدينة المليون نسمة تحتاج إلى ظهير مساحته ٤٠٠٠كيلوا متر مربع..الخ.

إن حصاد ميـــــاه الأمطار ومياه الجريان السطحي والمياه الجوفية تمثل فرصاً كامنة لمصادر مياه متجددة للدول التي تعاني من شح في المياه كالمملكة. غير أن ترجمة هذه الفرص إلى حقائق واقعة يستلزم الكثير من الجهد. فأي نظام لحصاد المياه يتكون من ثلاثة مراحل: التجميع والنقل والخزن. والتقنيات المتوفرة والمطبقة في دول كثيرة من العالم تكاد تقتصر على تجميع مياه الأمطار من قبل السكان من مساحات صغيرة كأسطح وأفنية المنازل لغرض الاستعمال المنزلي. لكن أحداً لم يقل بعدم إمكانية تصميم أنظمة حصاد للمياه تتضمن تجميع المياه من مساحات أكبر وضخها لمسافة أطول وتخزينها بكميات أكبر من المشاريع الفردية الصغيرة. إننا ندرك بكل تأكيد أن الاندفاع وراء هذه الفكرة قد يكون أمراً مفرطاً في التفاؤل. لكننا و بنفس القدر من القناعة، وعطفاً على الوضع المائي الحرج في مدن وقرى المملكة نشعر بأنها فكرة تستحق الاختبار والتجريب للأسباب التالية:-

١- أن نقل مياه البحر المحلاة إلى مدن داخلية يستلزم دائماً ضخ المياه في اتجاه معاكس لانحدار سطح الأرض. وهذه الحقيقة يقابلها حقيقة أن الأمطار غالباً ما تكون تضاريسية و أن المدن تقع في نهايات الأودية. لذا فإن ضخ المياه التي يتم تجميعها من الأمطار أو من الجريان السطحي ستكون غالباً مع انحدار السطح، وهذا عامل اقتصادي مهم.

٢- أن مساحة المملكة كبيرة جداً والمناطق الزراعية قليلة ومتفرقة وخصوصاً في سهول تهامة كما أن الغطاء النباتي ضعيف. وهذه العوامل تساعد على زيادة فرص الحصول على مناطق تجميع للمياه من المنحدرات الجبلية دون ضرر كبير بالحياة النباتية والحيوانية أو بالزراعة.

٣- أن التكلفة الاقتصادية لجمع وتخزين مياه الأمطار والجريان السطحي والمياه الجوفية ربما تتأثر إيجاباً بحقيقة أنها مشاريع أطول عمراً من مشاريع التحلية.

٤- أن الاعتبارات الاستراتيجية والأمنية ترجح كفة الاعتماد على مصادر المياه التقليدية حتى لو زادت تكلفة الحصول عليها على تكلفة مياه البحر.

الخاتمـة

عندما تواجه عملية التنميــــة في أي دولة عقبة كأداء كعقبة نقص المياه فإنه من الواجب عدم ادخار أي مجهود مهما كان قليلاً أو صرف النظر عن أي فكرة مهما كانت غريبــــة. وعلى هذا الأساس قمنا في هذه الدراسة باستقراء أصل مشكلة نقص المياه في مدن المملكة وتتبع مسارها من منظور جغـــــرافي (بيئي ومكانــــي) ومن ثم التوصية بالتعامل معها على ضوء هذا التشخيص. وجاء استقراؤنا للمشكلة بهذه الصورة والبحث عن علاج لها من هذا المنطلق إدراكاً منا لأهميته مع عدم الاهتمام به من قبل الباحثين الذين انساقوا وراء البحث عن مصادر جديدة لتزويد المدن بالمياه، دون إحاطةٍ بتفصيلات أصل المشكلة وتطورها وإدراكٍ لمحذورات تنامي الاعتماد على هذه المصادر . ولا شك أننا جميعاً نعلم أنه في التخطيط التنموي لعلاج المشكلات العامة، أحكم التوصيات وأنجح المشاريع والبرامج ما بني على فهم صحيح لتأريخ المشكلة وتطورها وكان لصيقاً بالبيئة المحلية ونابعاً منها. ومع ذلك لا نريد أن يفهم من هذا الكلام أننا وجدنا حلاً لأزمة المياه في مدن المملكة. فما ندّعيه أنه توجد نافذة أمل للخروج من أزمة المياه أو التخفيف من غلائها بالاستعانة بمصادر مائية محلية مرتبطة ببيئات المدن الجغرافية. فإذا ما تم لنا ذلك فإننا نكون قد تفادينا إضافة مرفـــق جديد إلى قائمة المرافق والقطاعات أحادية المصـــدر ، وإلا فإننا نكون قد حررنا أنفسنا من الشعور بذنب عدم المحاولة.

تقوم فكرة هذه الدراسة و تصورها لحل مشكلة المياه في المملكة على أساس أن المدينة تنشأ وتنمو ويتقرر حجمها وفقاً لإمكانات ما سميّناه ظهيرها المائي، وهو المنطقة المحيطة بها التي يمكن أن تمدها بالمياه وفق معايير مقبولة. وعليه فإن مناقشة المشكلة على أساس أنها مجرد زيادة المطلوب من الماء على المعروض منه كنتيجة لزيادة عدد سكان المدن ومعدل الاستهلاك ، يعد تبسيطاً للأمور وربما تفويتاً لفرصة ممكنة للعلاج. فزيادة عدد سكان المدن و معدل الاستهلاك لا يجب أخذهما كمسلمتان ، لأنهما مع كونهما جزء من المشكلة فقد يكونان جزءاً من الحل أيضاً. فمعدل استهلاك الفرد من الماء ونسبة الهدر في الشبكة والاستنزاف الجائر للموارد المحلية ، يزداد عملياً بزيادة حجم المدينة. لكن الأثر الأكبر لتضخم أحجام المدن هو تفويت فرصة استغلال الموارد المائية المتناثرة على أرجاء الدولة ، بسبب ابتعاد

توزيع أحجام المدن عن توزيع الإمكانات المائية لأظهرتها. فلو كان التوزيـــع الحجمي للمدن يتناسب طردياً مع توزيع الإمكانات المائية المجاورة لها - على ضعفها- لكانت الأزمة المائية الحالية أقل حدة مما هي عليه.

وبناءً عليه ، نقترح في هذه الدراسة بذل الجهد للتقريب بين التوزيعين: التوزيع الحجمي للمدن وتوزيع المصادر المائية وذلك عن طريق إعادة توزيع السكان وتركيز المصادر. فأما إعادة توزيع السكان فكان ولايزال موضوع بحث في الآداب المعنية بالمدينة ، وقد آثرنا عدم الخوض فيه بتوسع. لكننا ناقشنا بصفة خاصة أطروحة الحجم الأمثل للمدينة ، وبيَّنا أن جلَّ البحث الاقتصادي حول هذا الموضوع أسقط العوامل البيئية من تحليلا ته لأسباب منهجية. وقد ترتب على ذلك الخروج بنتائج غير منطبقة واقعياً وغير ملا ئمة تخطيطياً. وأمَّا تركيز الموارد المائية ، فيعني جمع المياه من مصادرها الثلا ثة: الأمطار والجريان السطحي والمخزون الجوفي ، على نحو ماهو مطبق ويزداد الاهتمام به في أجزاء كثيرة من العالم ، مما يندرج تحت مسمَّى حصاد المياه. وقد اقترحنا أن يتم بحث سبل التقريب بين التوزيعين في إطار فكرة الظهير المائي للمدينة التي قدمناها في هذا البحث والتي تربط بين حجم المدينة والإمكانات المائية المجاورة لها.

إن دراستنا هذه يمكن أن تكون أساساً لإطار بحثي موسع لدراسات أخرى هندسية واقتصادية وبيئية. فالماء سلعة استراتيجية مهمة يلزم عدم ادخار أي جهد لتأمينها من مصادر آمنة ومحلية ومستدامة وفق ما نرتضيه من معايير وأهداف. ومادمنا نعلم أن المهمة ليست مستحيلة، علينا مباشرة البحث وعدم استعجال النتائج. لقد قامت في المملكة مدن كبيرة وسط الصحراء، فلا ينبغي أن تستمر في الاعتماد على موارد مائية ناضبة أو مرتبطة بموارد دخل ناضبة ، دون أن نبذل قصارى جهدنا لتأمين استمرارية وثبات هذا المرفق الحيوي الهام

الهوامش

١- جريدة الوطن ، العدد **١٧٣** في **٢٦** ذي الحجة **١٤٢١هـ.**

٢- تتفاوت كمية الأمطار التي تسقط على أرض المملكة من مكان إلى آخر. وبصفة عامة تحظى المناطق الجبلية في جنوب غرب المملكة وغربها بكميات أكبر من الأمطار من غيرها من المناطق . ففي أبها يقدر المعدل السنوي بـ **٣١١** مم في السنة ، ثم تتناقص الكمية كلما اتجهنا شمالاً لتصل إلى **١٥٠** مم في الطائف. أما بقية المنا طق فتتراوح معدلاتها السنوية بين ٧٠ إلى **١٢٠** مم. (Internet , www. Agrwat. Gov.sa). وفي دراسة لتوزيع الأمطار في المملكة قسم سندل والشيخ المملكة إلى سبعة أقاليم مطرية هي: إقليم السهل الساحلي الغربي وتتراوح كمية الأمطار فيه بين ٨٤- **١٠٩** مم في السنة ، وإقليم الجبال الجنوبية الغربية والسفوح الغربية لها ، وتتراوح كمية الأمطار فيها بين **٢١٣-٥٥٣** مم في السنة، وإقليم المنحدرات الشرقية للجبال الجنوبية الغربية ، وتتراوح كمية الأمطار فيها بين **٧٣-١١٣** مم في السنة ، والإقليم الشمالي وتتراوح

كمية الأمطار فيه بين ٢٨-٥٩ مم في السنة ، وإقليم المنطقة الوسطى، وتتراوح كمية الأمطار فيه بين ٨٣-١٢٢ مم في السنة، والإقليم الجنوبي ، وتتراوح كمية الأمطار فيه بين ٣٩-٦٧ مم في السنة ، والإقليم الشرقي وتتراوح كمية الأمطار فيه بين ٩٠-٩١ مم في السنة (Sendil and AL-Shaikh , ١٩٨٦ , ٨٠٦).

٣- النسب المئوية حسبت من الإحصاءات السكانية للمدن التي يبلغ عدد سكانها خمسة آلاف نسمة أو أكثر.

٤- تم استنباط هذه النتيجة عن طريق رسم دوائر تشمل تجمعات المدن في هذه المناطق ، وحساب مساحاتها.

٥- مدينة مكسكوستي من أكبر مدن العالم. ويقدر جالنتي أن تكلفة جالون الماء فيها يساوي تكلفة جالون البنزين ، بسبب حاجتها لضخ الماء من مسافات بعيدة ومنخفضة عن مستوى سطح المدينة (Galantay , ١٩٨٧ , ١٠٧).

٦- يقدر الهيتي والحديثي الكمية بـ ١٤٧ مليار متر مكعب (الهيتي والحديثي، ٢٠٠٠م ، ص٢٦٣).

٧- تلبي التحلية نسبة ٦٠% من الطلب على المياه البلدية سنة ٢٠٠٠م ، وسوف ترتفع هذه النسبة إلى ٧٠% سنة ٢٠٠١م (Sahlawi ,١٩٩٩ , ٤١).

نقل أندرسون وأجنيو عن المعهد العالمي للموارد (World Resource Inisititute)، أن المملكة قد تستهلك مياهها الجوفية العميقة بحلول عام ٢٠٠٧ م. (Anderson and Agnew , ١٩٩٢ , ٢٠٨).

٨- لمزيد من التفصيلات حول أنظمة حصاد المياه وتطبيقاتها في أنحاء مختلفة من العالم ، أنظر أحد المراجع التالية:
Gould and Nissen-Petersen , ١٩٩٩ + UN International Environmental Technology Center , ١٩٩٨ + Keller , ١٩٨٢.

المراجع العربية

الأنصاري ، عبد القدوس ، تاريخ العين العزيزية بجدة ولمحات عن مصادر المياه في المملكة العربية السعودية، إدارة العين العزيزية بجدة، جدة ١٣٨٩هـ.

آل سعود، محمد الفيصل ، " سحب جبال الجليد كمصدر من مصادر المياه العذبة " أبحاث ندوة تنمية مصادر المياه واستعمالاتها المنعقدة في الرياض في الفترة من ١٣ – ١٥ جمادى الأولى ١٤٠٢هـ، الجزء الأول ، ص ٦٨ – ١٠٧، وزارة التخطيط، الرياض ١٤٠٢ هـ.

البارودي، محمد سعيد ، الميزانية المائية لحوض وادي فاطمة ، سلسلة رسائل جغرافية رقم ٨٨، الجمعية الجغرافية الكويتية ، ١٤٠٦ هـ.

الثمالي، محمد مصلح، مواقع المدن السعودية ، سلسلة رسائل جغرافية ، رقم ١٨٦ ، الجمعية الجغرافية الكويتية ١٤١٦ هـ.

الخريف، رشود بن محمد، التحضر في المملكة العربية السعودية- دراسة في تعريف المدن وتوزيعها الحجمي ومعدلات نموها السكاني، مركز البحوث بكلية الآداب بجامعة الملك سعود، رقم ٦٩ . الرياض ١٤١٩ هـ.

السرياني، محمد محمود ، ملامح التحضر في المملكة العربية السعودية ، مركز بحوث العلوم الاجتماعية ، معهد البحوث العلمية وأحياء التراث الإسلامي، جامعة أم القرى ، بحث رقم ١٦ ، ١٤١٢ هـ.

الفقي، إبراهيم محمد علي، " ترشيد استخدامات المياه في القطاع المنزلي والزراعي والصناعي في المملكة العربية السعودية " ، أبحاث مؤتمر الخليج الخامس للمياه المنعقد في مدينة الدوحة بدولة قطر في الفترة من ٢٤ – ٢٨ مارس ٢٠٠١م ، المجلد العربي ، ص ٢٩٥ – ٣١١. الدوحة ٢٠٠١م.

القباني، محمد بن عبد العزيز ، التوزيع المكاني للسكان والتنمية في المملكة العربية السعودية ١٣٩٤ – ١٤١٣ هـ ، سلسلة بحوث جغرافية رقم ٣٧ ، الجمعية الجغرافية السعودية ، الرياض ١٤٢٠هـ.

القنيبط، محمد بن حمد، " الأمن المائي في المملكة العربية السعودية "، أبحاث مؤتمر الخليج الثالث للمياه المنعقدة في مسقط بسلطنة عمان في الفترة من ٨ – ١٣ مارس ١٩٩٧م ، ص ٧٧ – ٨٧ مسقط ، ١٩٩٧ م.

المسلم، حمود بن سليمان وعبد الرحمن فوزان القرشي ، " الاستيطان والقواعد والأسس التي تحكم نمو وتكوين الهجر ". بحوث المؤتمر الثاني للبلديات والمجمعات القروية ، ص ٤٥٧ – ٤٨٤ ، وزارة الشؤون البلدية والقروية، الرياض ١٤٠٦ هـ.

المقرن، عبد اللطيف إبراهيم، " السياسات المائية وأهميتها في تخطيط وإدارة الموارد المائية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية " ، أبحاث مؤتمر الخليج الثالث للمياه المنعقد في مسقط بسلطنة عمان في الفترة من ٨ – ١٣ مارس ١٩٩٧م ص ١١ – ٣٢، مسقط، ١٩٩٧م.

مكي، محمد شوقي بن إبراهيم ، " المدن الصغيرة أمل المستقبل - نحو نمو مدني متوازن: دراسة تطبيقية على المملكة العربية السعودية " ، المجلة العربية للعلوم الإنسانية، المجلد الثامن، العدد الواحد والثلاثون ص ٣٤-٧٨، ١٩٨٨ م.

وزارة التخطيط ، خطة التنمية السابعة ١٤٢٠/١٤٢١-١٤٢٤/١٤٢٥ هـ ، وزارة التخطيط ، الرياض ١٤١٩ هـ.

وزارة الزراعة والمياه ، أطلس المياه. وزارة الزراعة والمياه، الرياض، ١٤٠٥هـ. **وزارة الشؤون البلدية والقروية** ، التوزيعات المكانية لإجماليات تعداد السكان لعام ١٤١٣هـ/١٩٩٢م للمسميات السكانية التي يزيد حجمها عن ٢٤٠٠ نسمة (النتائج الأولية) ، الرياض ، د ت.

الهيئة المركزية للتخطيط ، خطة التنمية ١٣٩٠هـ. الهيئة المركزية للتخطيط، الرياض ١٣٩٠هـ.

الهيتي، نوازد عبد الرحمن وعصام عبد المجيد الحديثي ، " أمثلية استخدام المياه في دول مجلس التعاون الخليجي " ، أبحاث مؤتمر الخليج الخامس للمياه المنعقد في الدوحة بدولة قطر في الفترة من ٢٤ – ٢٨ مارس ٢٠٠١م، المجلد العربي ، ص ٢٦١ – ٢٧٢ ، الدوحة ، ٢٠٠١م.

المراجع الإنجليزية

Agnew, Clive and Ewan Ander - son , Water resources in the arid realm, Rourlede , London ١٩٩٢.

Al-Alawi, Jamil and Mohammed Abdulrazzak , "Water in Arabian Peninsula: Problems and perspectives "in Peter Rogers and Peter Lydon (eds.) Water in the Arab World :pers-pectives and prognoses, pp. ١٧١–٢٠٢. Harvard University Press, USA , ١٩٩٤.

AlGhariani , Saad A. , " Rain-water collection and utilization as a potential resource for urban areas ". The Proceeding of the ٢٧ th congress of the International Association for Hydraulic Research managing water: coping with Scarcity and abundance, American Society of civil Engineers , New York , ١٩٩٤.

Al-Hathloul, Saleh , and Narayanan Edadan "Urban prima-cy in Saudi Arabia " Ekistics , vol. ٣٨٢–٣٨٤ January–Jane , ١٩٩٧, pp. ٤٣–٤٧.

Al–Kalifah , A. H. and W. P. Frisbie , " The interdependence of the core and periphery of the Saudi Arabian communities- A test of the ecological expansion theory " in K. M. Al–Ankary and El–S. El–Bushra (eds.) , urban and rural profiles in Saudi Arabia , pp. ١٥–٢٢. Gebruder Borntraeger , Berlin , ١٩٨٩.

Alonso, William, " The economic of urban size " Papers of the Region of science Association " vol. XXV١ , ١٩٧١ , pp. ٦٨–٨٣.

Al-Turbak, Abdulaziz S ," Future water supply and demand projections in Saudi Arabia", in the Proceedings of the Fourth Gulf Water Conference, pp. ٩٣–١٠١, Bahrain , ١٩٩٩.

Al-Turbak , A.S. and K.H. , Al-Dhowalia. " Sustainable water management for the Kingdom of Saudi Arabia " in the Proceeding of the WSTA, ٥th Gulf water conference, Doha, ٢٠٠١, pp. ٧٥–٨٥.

Ben-Asher. Jifta and Dieter Prinz.," Greenhouse roof top water harvesting " in Nicos X. Tsiourtis (ed.) Water Resources manage-ment under Drought or water shortage conditions , pp ١٤٥- ١٥٢ – A.A. Balkema, Rotterdam, ١٩٩٥.

Brutzkus, Eliezer. , " Centra-lized versus decentralized Pattern of urbanization in developing

Farooq , Shaukat and Rasheed I. Al-layla , " Study of water Transportation to Saudi Arabia " Journal of water Resources Planning and Management, Vol. ١١٣, No. ٣, ١٩٨٧, pp. ٣٩٢-٤٠٤.

Galantay, Ervin Y. , " How big should cities grow ? The concept of optimal size and its relevance to spatial planning in developing countries " In Ervin Y. Galantay (ed.).The metropolis in transition, Paragon House Publishers, New York, ١٩٨٧.

Gould, John and Erik Nissen–Petersen , Rainwater catchments systems for domestic supply, Intermediate Technology Publications , London , ١٩٩٩.

Gugler, Josef. , "Overurbanization Reconsidered " Economic Development and Cultural Change vol. ٣١, no. ١, ١٩٨٢, pp. ١٧٣-١٨٩.

Henderson , Vernon , " General equilibrium modeling of systems of cities " , in E.S. Mills (ed.) Handbook of Regional and urban economics vol. II pp. ٩٢٧-٦٥٦. Elsevior Science Publishers B.V. ١٩٨٧.

Hobbs , John and Eric Woolmington , " Water and urban decentra- countries: an attempt to elucidate guideline principle " Economic Development and Cultural Change vol. ٢٣, no. ٤, ١٩٧٥, pp. ٦٣٣-٦٥٢.

Capello, Roberta and Roberto Camagni , " Beyond optimal city size: an evaluation of alternative urban growth patterns " Urban Studies vol. ٣٧ , no ٩ , ٢٠٠٠ , pp. ١٤٧٩-١٤٩٩.

Carter , Harold , The study of urban geography , Edward Arnold , London , ١٩٧٦.

Colombo , Bernard , Paul Demeny and max Perutz (eds.) Resources and population , Clarendon Press , Oxford , ١٩٩٦.

Cuiff, C.B., " Water harvesting systems in arid lands ". in the Proceeding of the Kuwait sympo-sium on management and technology of water resources in arid zones. pp. ١٤٩-١٥٩. Kuwait. ١٩٨٧.

Falkenmark, Malinand Gunnar Lindh, "Water and economic development " in Peter Gleick (ed.) water in crisis: a guide to the world's fresh water resources, pp. ٨٠-٩١. Oxford University Press, Oxford, ١٩٩٣.

diversity and economic growth" Journal of Economic Perspectives, Vol. ١٢ , no ٢ , ١٩٩٨ , pp. ١٢٧-١٣٨.

Rai, J. A. , Strategy of Balanced regional development in Saudi Arabia" In K.M. Al-Ankary and El-S El-Bushra (eds.) Urban and rural Profiles in Saudi Arabia , pp. ٢٣-٣٠. Gebruder Borntraeger , Berlin , ١٩٨٩.

Sahlawi, Mohmmed Abdulaziz , " Sea water desalination in Saudi Arabia: economic review and demand projections " , in The Proceedings of the Forth Gulf Water Conference, pp.٣٧-٤٣ Bahrain , ١٩٩٩.

Sendil, Uygur and Abdulmohsen A. Al-Shaikh , " Regional frequency analysis of rainfall for Saudi Arabia " in the proceedings of the International conference on water resources needs and planning in drought prone areas , Khartoun ١٦-١٨ December , ١٩٨٦.

Shukri , I. M. , " Municipal water management in Saudi Arabia " in K.M. Al-Ankary and El-S El-Bushra (eds.) Urban and rural profiles in Saudi Arabia , pp. ١٢١-١٢٦ , Gebruder Borntraeger , Berlin , ١٩٨٩.

Tucker, R. , " Water resources planning and engineering for the lization in new South Wales " Australian Geographical Studies, vol. ٩, ١٩٧١. pp ٣٧-٤١.

Ishaq, Achi M. and H A. Khararjian , " Stormwater harvesting in the urban watersheds of arid zones " Water resources Bulletin, vol. ٢٤ no ٦ Dec. ١٩٨٨.

Joudi, David N. and Yu-Si Fok , "Rain Water harvesting in arid regions ", in the Proceedings of the Fourth Gulf water conference, pp. ٤٧١-٤٨٩, Bahrain , ١٩٩٩.

Keller , Kent , Rain water harvesting for domestic water supplies in developing countries, WASH working papar no. ٢٠, water and Sanitation health project, Washington DC. ١٩٨٢.

Linn, Johannes , " The Costs of urbanization in developing countries " Economic Development and Cultural Change Vol. ٣٠ no. ٣, ١٩٨٢, pp.'٢٥ – '٨٤.

Ministry of Agriculture and water , Seven green spikes ، Ministry of Agriculture and water , ١٩٨٠.

Ministry of Planning , Second development plan ١٣٩٥-١٤٠٠, Ministry of Planning , ١٩٧٦.

Quigley, John M. , " Urban

kingdom of Saudi Arabia ″ in Seminar on development and uses of water resources , ٨-١٠ March ١٩٨٢. Ministry of planning pp. ١-١٢ .

The World Bank , World Bank development report ١٩٩٩ / ٢٠٠١, The International Bank for Reconstruction and Development, Washington DC. ٢٠٠٠

United Nations International Environmental Technology Center , Sourcebook of alternative technologies for freshwater augmentation in some Asian countries. United Nations. New York, ١٩٩٨.

Wade, Neil M. , ″ Distillation plant development and Cost update ″ Desalination, Elsevier. www. elsevier. com / locate / desal ١٣٦ ‘ (٢٠٠١) ٣-١٢

Worster, Donald. , Rivers of empire , Pantheon Books , new York. ١٩٨٥.